

Mauro Antonio Cavaleiro de Macedo Rodrigues

**BIOLOGIA E ECOLOGIA QUÍMICA DE
PERCEVEJOS NEOTROPICAIS (HETEROPTERA:
PENTATOMIDAE, COREIDAE)**

Tese apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Ciências Biológicas.

Orientador: Paulo Henrique Gorgatti Zarbin

Curitiba

2011

Mauro Antonio Cavaleiro de Macedo Rodrigues

“BIOLOGIA E ECOLOGIA QUÍMICA DE PERCEVEJOS NEOTROPICAIS
(HETEROPTERA: PENTATOMIDAE, COREIDAE)”

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Prof. Dr. Paulo Henrinque Gorgatti Zarbin
(UFPR)

Prof. Dr. José Maurício Simões Bento
(ESALQ/USP)

Dra. Clara Beatriz Hoffmann-Campo
(CNPSo/EMBRAPA)

Dra. Miryan Denise Araújo Coracini
(UFPR)

Prof. Dr. Lino Bittencourt Monteiro
(UFPR)

Curitiba, 1 de fevereiro de 2010

“Um pouco de ciência nos afasta de Deus. Muita, nos aproxima”

Louis Pasteur

“Ambas, a religião e a ciência da natureza,
envolvem, em seu exercício, a afirmação de Deus.”

Max Plank

A minha amada esposa e ao
meu amado filho, Viviane e
João Pedro; aos meus pais,
Nagib e Ana Maria, aos meus
sogros, Francisco e Vera,
irmãos e sobrinhos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, na pessoa de seu filho **Jesus Cristo**, que me sustentou com sua graça em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis;

Ao **curso de Pós-Graduação em Entomologia** do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade concedida;

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa de estudo;

Ao **Prof. Paulo Henrinque Gorgatti Zarbin**, pela oportunidade concedida;

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA / CNPSo, na pessoa do **Dr. Antonio Ricardo Panizzi**, por disponibilizar toda a estrutura necessária à realização das coletas de campo na cidade de Londrina-PR;

Ao **Jovenil José da Silva**, funcionário da EMBRAPA – CNPSo, pelo auxílio, pelos incentivos e pela descontração durante as árduas coletas de campo;

A **Eng^a Agr^a Ernestina Izumi Muraoka** da EMATER de Uraí – Paraná, juntamente com os produtores rurais **Keiko Mori** e **Edgar Hikotaka Sasajima** pelo apoio irrestrito na coleta de insetos nos cultivos de tomate orgânico na cidade de Uraí – PR;

Ao ilustrador científico **Jorge Mattos** pela paciência e dedicação em realizar as ilustrações desta tese;

A **Prof^a. Sonia Lázzari** pela oportunidade de cursar o estágio de docência e pela amizade demonstrada;

A **todos do Laboratório de Semioquímicos** pelas contribuições no trabalho e pela amizade demonstrada;

Aos meus pais, **Raimundo (Nagib)** e **Ana Maria**, por estarem ao meu lado, mesmo a distância, e mesmo sem saber, me apoiando e incentivando;

Em especial a minha família, **Viviane** e **João Pedro**, sem os quais não teria conseguido;

A todos que torceram e oraram pela conclusão do trabalho, em especial aos irmãos em Cristo e amigos **Ronaldo** e **Ana Pernambuco** e **irmãos da 1ª Igreja Presbiteriana Conservadora de Curitiba**. Meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	Pag.
RESUMO.....	xix
ABSTRACT.....	xxi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. A PESQUISA COM SEMIOQUÍMICOS DE PERCEVEJOS (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE, COREIDAE).....	3
2.1.1. O objeto de estudo da pesquisa com semioquímicos de percevejos: a comunicação em Heteroptera.....	3
2.1.1.1. <i>A comunicação química dos insetos</i>	3
2.1.1.2. <i>A comunicação dos percevejos: química e vibracional</i>	4
2.1.2. O Alvo da pesquisa com semioquímicos de percevejos: o problema fitossanitário relacionado a percevejos.....	5
2.1.3. Histórico da pesquisa com semioquímicos de percevejos.....	7
2.1.3.1. <i>Histórico geral da pesquisa com semioquímicos</i>	7
2.1.3.2. <i>Histórico da pesquisa com semioquímicos de percevejos- praga no Brasil</i>	9
2.1.4. Os resultados alcançados na pesquisa com semioquímicos de percevejos: compostos naturais de percevejos.....	9
2.1.4.1. <i>Voláteis de Pentatomidae</i>	9
2.1.4.2. <i>Voláteis de Coreidae</i>	13

2.1.5. Avanços na extensão da pesquisa com semioquímicos de percevejos:	
feromônios comerciais e MIP de percevejos.....	14
2.1.5.1. <i>Feromônios comerciais de Percevejos</i>	14
2.1.5.2. <i>MIP de percevejos</i>	15
2.2. BIOLOGIA DE PENTATOMIDAE	17
2.2.1. Morfologia de pentatomídeos.....	17
2.2.2. Desenvolvimento embrionário e pós-embrionário.....	18
2.2.3. Biologia de adultos.....	21
2.2.3.1. <i>Longevidade</i>	21
2.2.3.2. <i>Fertilidade</i>	22
2.2.3.3. <i>Período pré-cópula</i>	22
2.2.3.4. <i>Corte pré-cópula</i>	23
2.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
 3. FEROMÔNIO SEXUAL DE MACHOS DO PERCEVEJO ASA PRETA	
 DA SOJA, <i>Edessa meditabunda</i> FABR. (HETEROPTERA,	
 PENTATOMIDAE).	39
3.1. RESUMO	39
3.2. ABSTRACT	40
3.3. INTRODUÇÃO	41
3.4. MATERIAIS E MÉTODOS	43
3.4.1. Criação de insetos.....	43

3.4.2. Coleta e extração de voláteis.....	44
3.4.3. Análise dos compostos de machos e fêmeas de <i>E. meditabunda</i>	46
3.4.4. Espectrometria de massa.....	47
3.4.5. Identificação da estrutura química e síntese dos compostos.....	47
3.4.6. Eletroantenografia de fêmeas (GC-EAD).....	48
3.4.7. Dinâmica de emissão diária do feromônio sexual.....	48
3.4.8. Bioensaio em olfatômetro.....	49
3.5. RESULTADOS	50
3.5.1. Comparação dos perfis cromatográficos de machos e fêmeas de <i>E. meditabunda</i>	50
3.5.2. Índice de retenção de Kovats dos compostos macho-específicos em coluna Rtx-5 e Rtx-wax.....	51
3.5.3. Identificação da estrutura química dos compostos macho-específicos....	52
3.5.4. Verificação da bioatividade dos compostos macho-específicos.....	54
3.5.5. Dinâmica de emissão do feromônio sexual durante o fotoperíodo.....	56
3.5.6. Síntese do composto majoritário.....	58
3.6. DISCUSSÃO.....	59
3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
 4. EVIDÊNCIA DO FEROMÔNIO SEXUAL DO MACHO DO PERCEVEJO DO TOMATE, <i>Phthia picta</i> (Drury, 1770) (HETEROPTERA, COREIDAE).....	 65

4.5.6. RESUMO.....	65
4.2. ABSTRACT.....	66
4.3. INTRODUÇÃO.....	67
4.4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	69
4.4.1. Criação de insetos.....	69
4.4.2. Coleta e extração de voláteis.....	70
4.4.3. Comparação dos perfis cromatográficos de machos e fêmeas de <i>P. picta</i>	71
4.4.4. Eletroantenografia de fêmeas (GC-EAD).....	72
4.4.5. Extração da glândula produtora do feromônio sexual.....	72
4.4.6. Espectrometria de massa (GC-MS).....	76
4.5. RESULTADOS.....	77
4.6. DISCUSSÃO.....	81
4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
 5. MORFOMETRIA E BIOLOGIA DE IMATUROS DE PERCEVEJOS NEOTROPICAIS (HETEROPTERA, PENTATOMIDAE).....	 85
5.1. RESUMO.....	85
5.2. ABSTRACT.....	86
5.3. INTRODUÇÃO.....	87
5.4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	88
5.4.1. Coleta e manutenção das colônias de <i>L. deducta</i> , <i>P. macunaima</i> e <i>P.</i> <i>stictica</i>	88

5.4.2. Morfometria e padrão de coloração de <i>P. stictica</i>	88
5.4.3. Duração das fases imaturas de <i>L. deducta</i> , <i>P. macunaima</i> e <i>P. stictica</i>	89
5.5. RESULTADOS	89
5.5.1. Morfometria, coloração e aspectos morfológicos de diferenciação dos ínstares de <i>P. stictica</i>	89
5.5.2. Duração das fases imaturas de, <i>P. macunaima</i> , <i>P. stictica</i> e <i>L. deducta</i> ...	93
5.6. DISCUSSÃO	94
5.6.1. Morfometria, coloração e aspectos morfológicos de diferenciação dos ínstares de <i>P. stictica</i>	94
5.6.2. Duração das fases imaturas de, <i>P. macunaima</i> , <i>P. stictica</i> e <i>L. deducta</i> ...	94
5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
 6. BIOLOGIA REPRODUTIVA DE <i>Pellaea stictica</i> DALLAS (HETEROPTERA, PENTATOMIDAE)	 99
6.1. RESUMO	99
6.2. ABSTRACT	100
6.3. INTRODUÇÃO	101
6.4. MATERIAIS E MÉTODOS	102
6.4.1. Manutenção da colônia de <i>P. stictica</i>	102
6.4.2. Longevidade de <i>P. stictica</i>	102
6.4.3. Fertilidade, quantidade de ovos por postura e período pré-oviposição de fêmeas de <i>P. stictica</i>	103
6.4.4. Dinâmica de acasalamento de <i>P. stictica</i> durante o fotoperíodo.....	103

6.4.5. Descrição do comportamento de corte de <i>P. stictica</i>	103
6.4.6. Análise estatística dos dados.....	103
6.5. RESULTADOS	104
6.5.1. Longevidade.....	104
6.5.2. Fecundidade.....	104
6.5.3. Período pré-cópula e quantidade de ovos / postura.....	105
6.5.4. Dinâmica de acasalamento no fotoperíodo.....	106
6.5.5. Descrição do comportamento de corte pré-cópula de <i>P. stictica</i>	106
6.6. DISCUSSÃO	109
6.6.1. Longevidade.....	109
6.6.2. Fecundidade.....	110
6.6.3. Período pré-cópula e quantidade de ovos / postura.....	110
6.6.4. Dinâmica de acasalamento no fotoperíodo.....	111
6.6.5. Descrição do comportamento de corte pré-cópula de <i>P. stictica</i>	111
6.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
ANEXOS	117
Anexo.1. Lista das pragas agrícola no Brasil com semioquímicos identificados.....	118
Anexo 2. Pentatomídeos com compostos de defesa identificados.....	123
Anexo 3. Compostos de defesa produzidos por pentatomídeos.....	125
Anexo 4. Pentatomídeos com feromônios sexuais identificados.....	130
Anexo 5. Feromônios sexuais produzidos por pentatomídeos.....	132

Anexo 6. Coreídeos com compostos de defesa identificados.....	139
Anexo 7. Compostos de defesa produzidos por coreídeos.....	141
Anexo 8. Coreídeos com feromônios sexuais identificados.....	144
Anexo 9. Feromônios sexuais produzidos por coreídeos.....	145
Anexo.10. Pragas agrícolas no Brasil com produtos feromonais comerciais.....	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	149

LISTA DE TABELAS

	Pag.
 CAPÍTULO 2	
Tabela 2.1. Espécies com a duração das fases ninfais de Pentatomidae descritas na literatura científica consultada.....	18
Tabela 2.2. Duração dos estágios imaturos (dias) de Pentatomidae disponíveis na literatura científica consultada (Tabela 2.1).....	20
 CAPÍTULO 3	
Tabela 3.1. Respostas de machos e fêmeas de <i>E. meditabunda</i> para compostos presentes em extratos de ambos os sexos em olfatômetro em Y.....	56
 CAPÍTULO 5	
Tabela 5.1. Média (\pm SE) dos parâmetros morfométricos (N=10, mm) dos ínstaes de <i>Pellaea stictica</i> alimentado com dieta natural (feijão verde, soja, amendoim, frutos de ligustro). Temp.: $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR: $65\pm 5\%$ e fotofase: 14h.....	91
Tabela 5.2. Média (\pm DP) de duração (dias), mortalidade, valores extremos de duração e intervalo de confiança calculado (IC) (dias) dos estágios imaturos de <i>P. stictica</i> , <i>P. macunaima</i> e <i>L. deducta</i> alimentados com dieta natural (feijão verde, soja, amendoim, frutos de ligustro). Temp.: $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, RH: $65\pm 5\%$ and photophase: 14h.....	93

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
 CAPÍTULO 2	
Figura 2.1. Artigos de identificação química de feromônios sexuais de percevejos publicados nas últimas cinco décadas.....	8
 CAPÍTULO 3	
Figura 3.1. Percevejo assa preta da soja <i>E. meditabunda</i>	41
Figura 3.2. Alimentos ofertados (A) e gaiola utilizada (B) na manutenção em laboratório da colônia de <i>E. meditabunda</i> visando estudos feromonais.....	44
Figura 3.3. Sistema de aeração utilizado para coleta de voláteis produzidos por machos e fêmeas de <i>E. meditabunda</i>	45
Figura 3.4. Aspecto dos últimos tergitos abdominais e componentes visíveis da genitália de machos (A) e fêmeas (B), utilizados como critério para sexagem de <i>E. meditabunda</i>	45
Figura 3.5. Fracos identificados contendo os voláteis de machos e fêmeas de <i>E. meditabunda</i> diluídos em 100µl do solvente hexano.....	46
Figura 3.6. Eletroantenografia de fêmeas de <i>Edessa meditabunda</i> : antena (A), preparação da antena no eletrodo com gel (B), eletrodo com antena acoplado ao amplificador de sinal (C) e equipamento de eletroantenografia instalado em cromatógrafo a gás (D).....	49
Figura 3.7. Olfatômetro de dupla escolha em Y utilizados nos bioensaios.....	50
Figura 3.8. Perfil cromatográfico de machos e fêmeas de <i>E. meditabunda</i> . As letras A e B correspondem aos compostos minoritário e majoritário observados em	

cromatogramas somente de machos.....	51
Figura 3.9. Espectro de massas do composto majoritário da mistura feromonal de <i>E. meditabunda</i>	52
Figura 3.10. Espectro de massas do composto minoritário da mistura feromonal de <i>E. meditabunda</i>	52
Figura 3.11. Estrutura química proposta para o composto majoritário (4,8,12-trimetil pentadecanoato de metila) da mistura feromonal.....	53
Figura 3.12. Estrutura química proposta para o composto minoritário (4,8,12-trimetil tetradecanoato de metila) da mistura feromonal.....	53
Figura 3.13. Resposta eletroantenográfica de fêmeas de <i>E. meditabunda</i> ao composto 4,8,12- trimetil pentadecanoato de metila presente nos extratos de machos.....	55
Figura 3.14. Porcentagem de emissão do composto majoritário presente em extrato de machos de <i>E. meditabunda</i> na fotofase (n = 6) e na escotofase (n = 8). Colunas seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Anova + Tukey, P<0,05).....	57
Figura 3.15. Porcentagem de emissão do composto majoritário presente em extrato de machos de <i>E. meditabunda</i> durante os seis intervalos de tempo da fotofase avaliados (n = 4). Colunas seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Anova + Tukey, P<0,05).....	57
Figura 3.16. Sobreposição dos cromatogramas obtidos de extratos com os compostos natural e o sintético.....	58
Figura 3.17. Resposta eletroantenográfica de fêmeas de <i>E. meditabunda</i> ao composto 4,8,12 – trimetil pentadecanoato de metila sintético.....	59

CAPÍTULO 4

Figura 4.1. Adulto da espécie <i>P. picta</i>	67
Figura 4.2. Local de coleta de <i>P. picta</i> , cultivo orgânico protegido de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) variedade <i>sweet grape</i> em Uraí – Paraná.....	69
Figura 4.3. Aspecto das ninfas de <i>P. picta</i> da colônia mantida em laboratório.....	70
Figura 4.4. Sistema de aeração utilizado para coleta de voláteis produzidos por machos e fêmeas de <i>P. picta</i> : aspecto das câmaras de aeração (A), coluna com polímero utilizada para captura (adsorção) de voláteis (B) e insetos no interior das câmaras de aeração (C).....	71
Figura 4.5. Retirada de estruturas para início da dissecação.....	73
Figura 4.6. Retirada do aparelho digestivo.....	73
Figura 4.7. Retirada do aparelho reprodutor para verificação da presença da glândula esternal (GE) e visualização da glândula metatorácica (MTG).....	74
Figura 4.8. Localização da glândula meta-torácica (MTG), localizada no metatórax, abaixo da glândula salivar (GS).....	74
Figura 4.9. Exposição da MTG após a retirada da glândula salivar.....	75
Figura 4.10. Retirada de estruturas do tórax para visualização total da glândula metatorácica (MTG) composta de reservatório central (RC) e duas glândulas acessórias laterais (GL).....	75
Figura 4.11. Retirada da glândula lateral da MTG, utilizada na investigação da glândula produtora de feromônio.....	76
Figura 4.12. Comparação de perfiz cromatográficos de extratos obtidos a partir da aeração de machos e fêmeas de <i>P. picta</i>	77

Figura 4.13. Resposta eletroantenográfica (CG-EAD) de fêmeas de <i>P. picta</i> ao composto macho-específico presente em grande quantidade em extratos de aeração de machos.....	78
Figura 4.14. Cromatogramas de extratos de machos de <i>P. picta</i> obtidos através de análise em CG-MS: cromatograma do extrato de aeração de machos (A), cromatograma do extrato de glândulas laterais de machos (B) e cromatograma do extrato de glândulas meta-torácicas de machos (C).....	79
Figura 4.15. Espectros de massas dos compostos com índice de Kovats iguais presentes em extrato de aeração (A) e de glândulas laterais (B) de machos de <i>P. picta</i>	80
CAPÍTULO 5	
Figura 5.1. Coloração dos estágios imaturos de <i>P. stictica</i> (Escala 1:6), onde: I = 1º ínstar ninfal, II = 2º ínstar, III = 3º ínstar, IV = 4º ínstar e V = 5º ínstar.....	92
CAPÍTULO 6	
Figura 6.1. Quantidade de ovos/postura ⁻¹ observada em <i>P. stictica</i> (25±1°C, 65±5% UR).....	105
Figura 6.2. Média de cópulas diárias iniciadas durante intervalos das fases de claro e escuro (n = 5). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente (ANOVA + Tukey, P<0,05).....	106
Figura 6.3. Etograma que descreve o comportamento pré-cópula de <i>P. stictica</i>	108

**Biologia e ecologia química de percevejos neotropicais (Heteroptera: Pentatomidae,
Coreidae)**

RESUMO

Os percevejos *Pellaea stictica* (Dallas), *Pallantia macunaima* (Grazia), *Loxa deducta* (Walker), *Edessa meditabunda* (Fabricius) e *Phthia picta* (Drury) são espécies neotropicais, sendo algumas delas pragas agrícolas de importantes culturas. *E. meditabunda* é praga secundária da cultura da soja (*Glycine max*) no Brasil, e *P. picta* uma importante praga do tomate (*Solanum lycopersicum*) em diversas regiões. Os objetivos deste trabalho relacionados à espécie *E. meditabunda* visam a identificação dos compostos produzidos para atrair parceiros para o acasalamento (feromônio sexual), incluindo: coleta, extração e identificação de voláteis produzidos pelo inseto. Os objetivos deste trabalho relacionados à espécie *P. picta* visam a identificação do feromônio sexual do inseto e a determinação da glândula produtora deste feromônio. Os objetivos relacionados às espécies *P. stictica*, *P. macunaima* e *L. deducta* dizem respeito à identificação de parâmetros da biologia das formas imaturas, além de parâmetros da biologia reprodutiva de *P. stictica*. A espécie *E. meditabunda* produz dois compostos macho-específicos como feromônio sexual, os ésteres 4,8,12-trimetil-pentadecanoato de metila e 4,8,12-trimetil-tetradecanoato de metila, sendo o primeiro o composto majoritário da mistura feromonal. A atividade biológica destes compostos foi comprovada através de análise eletroantenográfica e bioensaio em olfatômetro de dupla escolha em Y. Também foi identificada uma liberação de feromônio sexual concentrada durante a fotofase do fotoperíodo. No entanto, entre as doze horas que compõem a fotofase não houve grandes variações na liberação do feromônio sexual. A espécie *P. picta* produz um único composto macho-específico como feromônio sexual, o

composto 5,9 –dimetil-docosano, produzido na glândula lateral existente na glândula metatorácica. A atividade biológica deste composto foi comprovada através de análise eletroantenográfica. Os aspectos da biologia reprodutiva de *P. stictica* identificados foram: longevidade de 30,9 dias, longevidade de fêmeas de 33 dias, longevidade de machos de 26,3 dias e fertilidade de 143 ovos / fêmea em 10,9 oviposições. Também foi observada uma concentração de acasalamentos de *P. stictica* na fase de luz do fotoperíodo e nas primeiras e últimas horas da fotofase. O comportamento de *P. stictica* de corte e acasalamento também foi observado e descrito, constituindo-se basicamente de oito etapas. A duração das fases imaturas de *P. stictica* observada foi: embrionária de 6 dias, 1º ínstar de 3,8 dias, 2º ínstar de 6,3 dias, 3º ínstar de 6 dias, 4º ínstar de 6,6 dias e 5º ínstar de 8,2 dias. A duração das fases imaturas de *P. macunaima* observada foi: embrionária de 6 dias, 1º ínstar de 4,5 dias, 2º ínstar de 8,5 dias, 3º ínstar de 7,2 dias, 4º ínstar de 6,8 dias e 5º ínstar de 9,8 dias. A duração das fases imaturas de *L. deducta* observada foi: embrionária de 6,6 dias, 1º ínstar de 4,5 dias, 2º ínstar de 7,6 dias, 3º ínstar de 5,9 dias, 4º ínstar de 6,7 dias e 5º ínstar de 11,1 dias. Em quase todas as espécies, com exceção de *P. stictica*, a duração do 2º ínstar foi mais demorada que a duração do 1º, 3º e 4º ínstars.

**Biologia e ecologia química de percevejos neotropicais (Heteroptera: Pentatomidae,
Coreidae)**

ABSTRACT

Pellaea stictica (Dallas), *Pallantia macunaima* (Grazia), *Loxa deducta* (Walker), *Edessa meditabunda* (Fabricius) and *Phthia picta* (Drury) are examples of neotropical species of stink bugs, some of them agricultural pests of important crops. *E. meditabunda* is a secondary pest of soybean (*Glycine max*) in Brazil, and *P. picta* an important pest of tomato (*Solanum lycopersicum*) in different regions. Our objectives related to the *E. meditabunda* thoughtfully designed to identify the compounds produced to attract partners for mating (pheromone), including: collection, extraction and identification of volatiles produced by the insect. Our objectives related to the species *P. picta* aim to identify the sex pheromone of the producer and the determination of the pheromone gland. The objectives related to the species *P. stictica*, *P. macunaima* and *L. deducta* concern the identification of parameters of the biology of immature stages, and parameters of the reproductive biology of *P. stictica*. The species *E. meditabunda* produces two male-specific compounds as sex pheromone, identified as 4,8,12-trimethyl-ester pentadecanoato and methyl 4,8,12-trimethyl-methyl tetradecanoate, the first being the major component of the pheromonal blend. The biological activity of these compounds was confirmed through electroantennographic analysis and bioassay in double choice olfactometer in Y. They also identified a sex pheromone release concentrated during the photophase of the photoperiod. However, among the twelve hours that make up the photoperiod there were no major changes in the release of pheromone. The species *P. picta* produces a single male-specific compound as sex pheromone, the compound 5.9-dimethyl-docosane produced in the lateral

gland exists in the metathoracic scent gland. The biological activity of this compound was confirmed by analysis electroantennographic. Aspects of the reproductive biology of *P. stictica* identified were: longevity of 30.9 days, longevity of 33 days, longevity of males and 26.3 days fertility of 143 eggs per female at 10.9 ovipositions. Also observed was a concentration of mating of *P. stictica* in the light phase of photoperiod beyond the first and last hours of photophase. The behavior of *P. stictica* cutting and mating was also observed and described, being basically eight steps. The duration of immature stages of *P. stictica* was observed: in 6 days embryo, 1st instar 3.8 days, 2nd instar 6.3 days, 3rd instar, 6 days, 4th instar 6.6 days and fifth instar 8.2 days. The duration of immature stages of *P. macunaima* was observed: in 6 days embryo, 1st instar 4.5 days, second instar 8.5 days, 3rd instar 7.2 days, fourth instar 6.8 days and 5 th instar 9.8 days. The duration of immature stages of *L. deducta* was observed: 6.6 days embryo, 1st instar 4.5 days, 2nd instar 7.6 days, 3rd instar 5.9 days, fourth instar 6.7 days, and fifth instar of 11.1 days . In almost all species except *P. stictica*, the duration of the second instar was longer than the duration of the 1st, 3rd and 4th instars.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os percevejos *Pellaea stictica* (Dallas), *Pallantia macunaima* (Grazia), *Loxa deducta* (Walker), *Edessa meditabunda* (Fabricius) e *Phthia picta* (Drury) são espécies da entomofauna brasileira e todos com ocorrência no sul do país. Dentre estas espécies, algumas se destacam por serem pragas agrícolas. O coreídeo *P. picta* é uma importante praga da cultura do tomateiro no Brasil (Silva & Carvalho, 2001), e o pentatomídeo *E. meditabunda* é uma praga da cultura da soja que vem aumentando de importância nos últimos anos, principalmente na região central do Brasil, atualmente a principal região produtora (Corrêa-Ferreira & Panizzi, 1999; Souza, 2007). Estes percevejos também são endêmicos da região Neotropical.

P. stictica, originalmente descrito no gênero *Rhaphigaster*, é um percevejo Neotropical com registro de ocorrência na Florida (Henry, 1984). No gênero *Loxa* foram descritas dez espécies, destas, quatro ocorrem no Brasil, dentre elas, a espécie *L. deducta*, que tem distribuição Neotropical (Panizzi & Rossi, 1991; Cohen et al., 2006). *Pallantia macunaima* é uma espécie Neotropical registrada primeiramente no Brasil (Grazia, 1980). O gênero *Edessa* é o maior de Pentatomidae, com cerca de 260 espécies descritas até o momento (Silva et al., 2006), sendo a espécie *E. meditabunda* de ocorrência Neotropical (Corrêa-Ferreira & Panizzi, 1999). A ocorrência de *P. picta* é relatada na Califórnia, Texas, Flórida, Antilhas, México, América do Sul e Caribe (Silva & Carvalho, 2001).

Todas as espécies, com exceção de *P. stictica*, já foram alvo de algum tipo de estudo no contexto da pesquisa entomológica. Para *P. macunaima* e *L. deducta* foram descritos aspectos biológicos, morfométricos e morfológicos de suas fases imaturas (Panizzi et al., 1998; Grazia & Frey-da-Silva, 2001). *P. macunaima* também teve os compostos de defesa identificados (Fávaro et al., 2011). As características morfológicas das sensilas da antena e aspectos biológicos de ninfas e

de adultos de *E. meditabunda* foram descritos no Brasil e na Venezuela (Sánchez et al., 1999; Gonçalves et al., 2008; Silva et al., 2010). Enquanto que, para *P. picta* a biologia foi investigada (Silva & Carvalho, 2001).

Visando proporcionar um avanço no conhecimento científico das espécies em questão e das famílias Pentatomidae e Coreidae. Os objetivos deste trabalho foram: identificação do feromônio sexual das espécies *E. meditabunda* e *P. picta*, levantamento de aspectos da biologia de imaturos de *P. stictica*, *P. macunaima* e *L. deducta* e biologia reprodutiva de *P. stictica*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A PESQUISA COM SEMIOQUÍMICOS DE PERCEVEJOS (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE, COREIDAE)

2.1.1. O objeto de estudo da pesquisa com semioquímicos de percevejos: a comunicação em Heteroptera

2.1.1.1. A comunicação química dos insetos

Os insetos exercem suas relações ecológicas com o ambiente e com os outros organismos de diversas maneiras, sendo uma das mais importantes a comunicação por meio da emissão de voláteis. Estes compostos agem como gatilhos de reações comportamentais específicas no indivíduo receptor da mensagem química. Em uma nomenclatura mais generalista, essas substâncias são denominadas semioquímicos (Zarbin et al., 2009). Esse genérico termo engloba os compostos químicos envolvidos nas interações intra-específica (feromônios) e inter-específicas (aleloquímicos) dos insetos (Leal, 2005).

Entre os insetos, vários tipos de feromônios são reconhecidos com base nos comportamentos que induzem (Jurenka, 2004). Os comportamentos mediados por feromônios incluem a atração do sexo oposto para acasalamento (feromônios sexuais), a agregação de ambos os sexos a um local específico para alimentação, proteção contra predadores e/ou acasalamento (feromônios de agregação) e demarcação ou a formação de trilhas (feromônios de trilha). Além desses, os insetos sociais utilizam uma variedade de feromônios para regular as atividades na colônia (Schowalter, 2006).

2.1.1.2. A comunicação dos percevejos: química e vibracional

A literatura científica de Heteroptera descreve apenas compostos macho-específicos sendo utilizados como feromônios sexuais. A finalidade proposta para estes compostos macho-específicos produzidos por percevejos é a de trazer a fêmea de uma maior distância para uma maior proximidade do macho. Por outro lado, as fêmeas são responsáveis pela emissão de sinais vibratórios que atraem os machos quando estes estão próximos (Millar et al., 2002; Wertheim et al., 2005; Guarino et al., 2008; Moraes et al., 2008). A finalidade da comunicação vibracional em percevejos é a de proporcionar a troca de informação entre os indivíduos candidatos a parceiros sexuais, quando estes se encontram a distâncias moderadas ou curtas (Cokl & Virant-Doberlet, 2003). Esses sinais vibratórios são adequados para transmitir informações relevantes sobre a espécie e o sexo do organismo emissor, bem como informações de onde localizar o parceiro efetivamente (Virant-Doberlet & Cokl, 2004). Estes sinais vibratórios são produzidos principalmente por estridulação e/ou vibração de alguma parte do corpo e propagados através dos tecidos das plantas, ou outro substrato, onde se encontra o inseto (Cokl & Virant-Doberlet, 2003; Laumann et al., 2005; Zunic et al., 2009).

O alto grau de especificidade na comunicação vibracional para fins reprodutivos em percevejos tem sido considerado o mecanismo de isolamento reprodutivo dentro do grupo. As espécies *Thyanta pallidovirens* (Stal) e *T. custator* (F.) ocorrem no mesmo espaço e possuem poucas diferenças nos voláteis utilizados como feromônio sexual, no entanto, emitem sinais vibracionais diferentes, o que é proposto como mecanismo de isolamento reprodutivo das espécies (Mcbrien et al., 2002a; Mcbrien et al., 2002b).

2.1.2. O Alvo da pesquisa com semioquímicos de percevejos-praga: o problema fitossanitário relacionado a percevejos

Desde que o homem trocou o extrativismo pelo cultivo de plantas, ele trava uma batalha com os insetos. No ecossistema florestal não há insetos-praga porque inexistem condições que favoreçam a ocorrência de uma única espécie, a diversidade florística favorece a biodiversidade o que aumenta a competição e a predação. No agroecossistema (lavoura) a diversidade florística é reduzida, o monocultivo favorece a diminuição de predadores e competidores pelos recursos do meio, favorecendo o estabelecimento do inseto-praga, geralmente uma espécie bem adaptada ao hospedeiro cultivado, com alta taxa reprodutiva e limiares ambientais mais amplos. Neste cenário de grande oferta de alimento e ausência de fatores limitantes, o crescimento populacional do inseto-praga é quase incontrolável (Zarbin et al., 2009).

A quantidade de insetos-praga é muito pequena em relação à biodiversidade total (Zambolim et al., 2008). Considerando-se que biodiversidade global de insetos é de aproximadamente 751.000 espécies (Wilson, 1992). Deste total, apenas 10.000 espécies fitófagas são consideradas ameaçadoras a agricultura mundial, ou seja, menos de 2% (Zambolim et al., 2008). No Brasil, até 2009, foram listadas 480 espécies de insetos-praga (Zarbin et al., 2009).

A biodiversidade em Pentatomidae é estimada em 4.500 espécies em todo o mundo, a quarta maior em Heteroptera (Mcpherson & Mcpherson, 2000). Já a família Coreidae possui aproximadamente 1.800 espécies descritas (Schuh & Slater, 1995). No Brasil, foram listadas 18 espécies-praga pertencentes às famílias Pentatomidae e Coreidae, sendo, 9 espécies de cada família (Zarbin et al., 2009).

Alguns pentatomídeos estão entre as espécies que mais impactam a agricultura mundial: *Scotinophara lurida* (Burmeister) ataca a cultura do arroz na Ásia (Kim & Lee, 2008); *Oebalus*

poecilus (Dallas), *O. ypsilongriseus* (DeGeer) e *O. grisesens* atacam lavouras de arroz do Brasil, sendo *O. poecilus* a mais importante praga da cultura na América latina (Panizzi, 1997; Ferreira et al., 2001); *O. pugnax* (F.) é uma importante praga de arroz nos Estados Unidos (Hill, 1983); as espécies *Antiteuchus Tripterus* (L.) e *Bathypoelia thalassina* (Schaeffer) causam sérios danos a cultura do cacau na África (Gerald, 1965; Entwistle, 1972; Owusu & Manu, 2008); *Aspavia armigera* (F.) é praga da soja na África (Panizzi, 1997); *Murgantia histrionica* (Hahn) é praga de crucíferas comerciais nos Estados Unidos (Zahn et al., 2008); *Piezodorus rubrofasciatus* (F.) e *P. hybneri* (Gmelin) são pragas da soja na Índia e Coreia (Singh et al., 1989; Panizzi, 1997; Son et al., 2000); *Plautia stali* (Scott) e *Halyomorpha mista* (Uhler) são pragas da horticultura no Japão (Kawada & Kitamura, 1983); *Eurygaster integriceps* (Puton) é uma importante praga da cultura do trigo na Europa Oriental e Rússia (Kivan, 2005); *Nezara viridula* (L.) é uma espécie cosmopolita e uma das mais importantes pragas mundiais da soja (Todd, 1989); *N. viridula* juntamente com *Acrosternum hilare* (Say) e *Euschistus servus* (Say) fazem parte do complexo de pragas da soja nos Estados Unidos (Borges & Aldrich, 1994); no Brasil, as espécies *Dichelops furcatus* (F.), *D. melacanthus* (Dallas), *Edessa meditabunda*, *Euschistus heros* (F.), *N. viridula*, *Oebalus poecilus*, *O. ypsilongriseus*, *Piezodorus guildinii* (Westwood) e *Tibraca limbativentris* (Stal) estão entre as principais pragas de importantes culturas industriais, principalmente soja e arroz (Zarbin et al., 2009).

Os coreídeos ostentam uma menor importância entre as pragas mundiais quando comparados aos pentatomídeos, mas algumas espécies se destacam, principalmente as do gênero *Leptoglossus*: a espécie *L. australis* (F.) ataca cucurbitáceas na África e Ásia, e a espécie *L. zonatus* (Dallas) é uma importante praga da cultura do milho, em diversas regiões (Hill, 1983; Sousa & Amaral-Filho, 1999). Além dessas, espécies do gênero *Stenocoris* destacam-se como

pragas da cultura do arroz em diversas regiões (Pathak & Khan, 1994). No Brasil, as espécies: *Corecoris dentiventris* (Berg), *C. fuscus* (Thunberg), *Diactor bilineatus* (F.), *Holymenia clavigera* (Herbst), *Leptoglossus gonagra* (F.), *L. zonatus*, *L. stigma* (Herb), *Lybindus dichrous* (Stal) e *Phthia picta* atacam diversas culturas, com destaque para as frutíferas, tomate e milho (Zarbin et al., 2009).

2.1.3. Histórico da pesquisa com semioquímicos de percevejos

2.1.3.1. Histórico geral da pesquisa com semioquímicos

O primeiro semioquímico, o feromônio de trilha da formiga *Atta sexdens* (Forel), e o primeiro feromônio sexual de um inseto, da mariposa *Bombyx mori* (L.) (bicho da seda), foram identificados no final década de cinquenta pelo bioquímico alemão e premio Nobel de química, Adolf Friedrich Johann Butenandt e colaboradores. O primeiro feromônio sexual identificado foi, portanto, o bombicol, o álcool (E,Z)-10,12-Hexadecadien-1-ol (Butenandt et al., 1959a; Butenandt et al., 1959b). Cabe salientar que Butenandt não foi o primeiro a discorrer sobre a comunicação dos insetos através de sinais químicos. O celebre entomologista francês Jean-Henri Fabre foi o primeiro a teorizar sobre a existência de compostos químicos intermediando o acasalamento de insetos, ainda no século XIX (1870) através de experimentos com a mariposa *Saturnia pyri* (Denis & Schiffermüller) (Auslane, 2008).

Os primeiros compostos de Pentatomidae foram identificados um ano após a publicação pioneira de Butenandt, através de experimentos com a espécie *Oebalus pugnax* para identificação de compostos de defesa (Blum et al., 1960). Somente em 1978 foi identificado o primeiro feromônio sexual de um pentatomídeo, seis compostos presentes na glândula esternal de machos da espécie *Podisus maculiventris* (Say) (Aldrich et al., 1978). O primeiro coreídeo estudado no

âmbito da pesquisa com semioquímicos foi a espécie *Acanthocephala femorata* (F.) para identificação de compostos de defesa (Blum et al., 1961).

Nas últimas cinco décadas foram publicados 96 artigos relacionados com a identificação química de 88 compostos produzidos por 62 espécies da família Pentatomidae. No levantamento da produção científica não foram consideradas publicações somente de comportamento e síntese química, exceto quando associadas à identificação (Figura 1). É marcante a concentração de trabalhos nas últimas duas décadas, com a década atual apresentando uma média de mais de 4 artigos/ano relacionados à identificação de compostos de pentatomídeos. No mesmo período foram publicados 35 artigos relacionados com a identificação química de 44 compostos produzidos por 40 coreídeos. No cenário da América latina, o Brasil é destacadamente o país com melhor desempenho na pesquisa com semioquímicos de insetos, considerando todas as ordens (Bergmann et al., 2009).

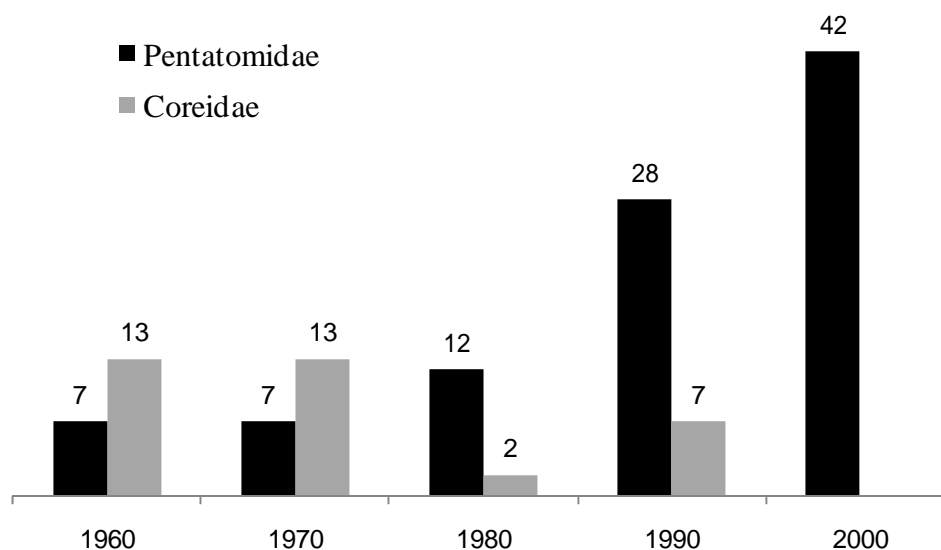


Figura 2.1 Artigos de identificação química de feromônios de percevejos publicados nas últimas cinco décadas.

2.1.3.2. Histórico da pesquisa com semioquímicos de percevejos-praga no Brasil

Passados mais de cinquenta anos da publicação do trabalho de Butenandt a pesquisa mundial com semioquímicos insetos avançou rapidamente, principalmente entre as pragas agrícolas. Das 480 espécies-praga agrícolas no Brasil, identificadas até 2009, 103 já tiveram voláteis identificados, deste total de espécies-praga com compostos identificados, oito pertencem às famílias Pentatomidae e Coreidae (Anexo 1 – pag. 123-124) (Zarbin et al., 2009).

Com relação aos pentatomídeos que atacam os cultivos no Brasil, quatro possuem os feromônios sexuais identificados: *Euschistus heros*, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e *Tibraca limbativentris* (Baker et al., 1987; Aldrich et al., 1989; Aldrich et al., 1994; Borges et al., 1999; Borges et al., 2006). O primeiro pentatomídeo considerado praga agrícola no Brasil a ter o feromônio sexual identificado foi a espécie *Nezara viridula*, na década de 80 (Aldrich et al., 1989). Somente no final da década de 90 houve a identificação do feromônio sexual de um pentatomídeo-praga por pesquisadores brasileiros, na ocasião foi identificado o feromônio sexual da espécie *Euschistus heros* (Borges et al., 1998). O primeiro e único coreídeo considerado praga agrícola no Brasil a ter o feromônio sexual identificado é a espécie *Leptoglossus gonagra* (Aldrich et al., 1979).

2.1.4. Os resultados alcançados pela pesquisa com semioquímicos de percevejos: compostos naturais de percevejos

2.1.4.1. Voláteis de Pentatomidae

Pentatomídeos são comumente conhecidos como “*Stink bugs*” (bichos fedidos ou malcheirosos), porque em resposta a perturbações ou agressão, imaturos e adultos produzem secreções defensivas com odor desagradável (Hall et al., 1993). Estes compostos possuem dupla finalidade, para defesa

contra predadores e como feromônio de alarme (Pareja et al., 2007). Estes compostos de repelência em adultos são produzidos na glândula meta-torácica (MTG), contudo, em imaturos, são produzidos na glândula dorso-abdominal (DAG) (Aldrich, 1988). Estas substâncias em proporções diferentes na mistura feromonal podem ser utilizadas para agregação (Aldrich et al., 1978; Aldrich, 1995). Quando liberados em quantidades menores e / ou diferentes proporções, componentes das secreções de defesa podem funcionar como feromônio de agregação de ninfas e adultos (Fucarino et al., 2004).

Os primeiros compostos de defesa da família Pentatomidae foram identificados ainda na década de 60, os compostos (E)-2-Heptenal e Tridecano foram identificados como sendo produzidos pela espécie *Oebalus pugnax* (Blum et al., 1960). Até o presente 40 espécies tiveram seus compostos de alarme e defesa investigados, resultando na identificação estrutural de 49 compostos (Anexos 2 e 3). Os pentatomídeos produzem uma diversificada variedade de compostos para alarme e defesa, principalmente aldeídos e hidrocarbonetos. As moléculas mais comuns são os aldeídos (E)-2-hexenal (produzido por 24 espécies), (E)-2-decenal (16 espécies), (E)-4-oxo-2-hexenal (13 espécies), (E)-2-octenal (13 espécies) e o hidrocarboneto Tridecano (18 espécies). Pouco ainda se pode inferir se estes compostos refletem relações taxonômicas dentro do grupo Pentatomidae, em consequência da baixa quantidade de espécies estudadas e compartilhamento de compostos por espécies de gêneros diferentes (Pareja et al., 2007).

A produção de compostos por pentatomídeos machos com a função de feromônio sexual, geralmente, ocorre em glândulas exócrinas localizadas em diferentes partes do corpo do inseto, principalmente glândulas tegumentares da região ventral do abdômen ou esternitos (glândula esternal) (Aldrich et al., 1978; Aldrich, 1995).

Até o presente 34 espécies tiveram seus voláteis utilizados para atração sexual identificados (Anexo 4). Destas espécies foram identificados 46 compostos exercendo a função de feromônio sexual (Anexo 5). Estudos sobre Heteroptera indicam que seus feromônios sexuais e / ou de agregação consistem numa mistura de produtos químicos voláteis, principalmente ésteres, terpenos e alcoóis (Milkas et al., 2000). Em contraste com a ordem Lepidoptera, a família Pentatomidae não mostra um padrão estrutural dos compostos nos níveis de família e subfamília. No entanto, para algumas espécies de Pentatomidae é possível observar um padrão estrutural característico ao nível de gênero (Moraes et al., 2008).

Gênero *Chinavia*

Chinavia é a atual denominação do gênero *Acrosternum*, que inclui espécies das regiões Neotropical, Afrotropical e Nearctica (Moraes et al., 2008). O éter (1R,4S,6S)-1-metil-4-((Z)-6-metilhepta-2,5-dien-2-il)-7-oxabicyclo [4.1.0] heptano e seu isômero, juntamente com o hidrocarboneto (S)-1-metil-4-((Z)-6-metilhepta-2,5-dien-2-il)-ciclohex-1-ene são os componentes da mistura feromonal das espécies *A. hilare* (Say), *A. marginatum* (Palisot) e *A. pennsylvanicum* (Gmelin) (Aldrich et al., 1989). Os mesmos compostos são os componentes do feromônio sexual da espécie *Nezara viridula*. Contudo, no gênero *Acrosternum* o isômero Cis é o componente majoritário enquanto que para *N. viridula* o isômero trans é o componente em maior proporção na mistura feromonal (Baker et al., 1987; Brezot et al., 1994).

Gênero *Chlorochroa*

O éster 6E-2,3R-dihidrofarnesoato de metila é o componente majoritário do feromônio sexual das espécies *Chlorochroa ligata* (Say) e *C. uhleri* (Stal) e corresponde a aproximadamente 100% da mistura feromonal, o isolamento reprodutivo é decorrente das proporções dos compostos

minoritários na mistura das espécies (Ho & Millar, 2001b). No entanto, a espécie *C. sayi* (Stal) não produz nenhum dos compostos produzidos pelas espécies *C. ligata* e *C. uhleri*, contudo, somente ésteres são produzidos pelas três espécies do gênero (Ho & Millar, 2001a).

Gênero *Euschistus*

Euschistus é o gênero com a maior quantidade de espécies com compostos feromonais identificados, sete espécies no total. Todas produzem a molécula 2E,4Z-decadienoato de metila, não sendo este composto compartilhado por nenhuma outra espécie da família. O isolamento decorre da proporção do composto na mistura feromonal e da produção de outros compostos minoritários pelas espécies do gênero (Aldrich et al., 1991; Borges et al., 1998; Krupke et al., 2001).

Gêneros *Eysarcoris*, *Piezodorus* e *Podisus*

Os compostos que as duas espécies do gênero *Eysarcoris* utilizam como feromônio sexual não são os mesmos (Men et al., 1999; Mori et al., 2008; Takita et al., 2008). As espécies *Piezodorus guildinii* e *P. hybneri* apresentam um único composto em comum em suas misturas feromonais, o hidrocarboneto (R)-3-metilene-6-((S)-6-metilhept-5-en-2-il)-ciclohex-1-ene. No entanto, somente para *P. hybneri* a molécula é o composto majoritário. As duas espécies também produzem outros dois compostos cada (Leal et al., 1998; Borges et al., 2007). O composto que espécies do gênero *Piezodorus* produzem em comum é produzido também por outras duas espécies exógenas ao gênero, ambas do gênero *Thyanta* (Leal et al., 1998; Mcbrien et al., 2002a; Moraes et al., 2005; Borges et al., 2007). As espécies do gênero *Podisus* produzem 3 compostos em comum, os alcoóis fenilmetanol e 2-(4-metil ciclohex-3-enil)-propan-2-ol, elem do aldeído (E)-2-hexenal (Aldrich et al., 1978; Aldrich et al., 1986).

Gênero *Thyanta*

As espécies do gênero *Thyanta* apresentam misturas feromonais bastante semelhantes, o gênero também possui compostos em comum com o gênero *Piezodorus*. *T. perditor* produz um único composto que utiliza como feromônio sexual, o éster (E,Z,Z)-2,4,6-decatrienoato de metila, a mesma molécula é produzida por *T. custator* e *T. pallidovirens*, que produzem mais 3 compostos cada, além do composto que possuem em comum com *T. perditor*. Um dos compostos produzidos por *T. custator* é (E)-2-decenal, curiosamente, um composto bastante comum para a família Pentatomidae, mas com utilidade de defesa, este composto também não é utilizado como feromônio sexual por nenhuma outra espécie da família. (Leal et al., 1998; McBrien et al., 2002b; Moraes et al., 2005; Borges et al., 2007).

2.1.4.2. Voláteis de Coreidae

O primeiro coreídeo investigado no âmbito da pesquisa com semioquímicos foi a espécie *Acanthocephala femorata* e o composto (E)-2-hexenal foi identificado como feromônio de defesa da espécie (Blum et al., 1961). Até o presente 34 espécies tiveram seus compostos de alarme e defesa investigados, resultando na identificação de 27 compostos para esta finalidade (Anexos 6 e 7) sendo a maioria aldeídos e ésteres. As moléculas compartilhadas por um maior número de coreídeos para defesa são os compostos Hexanal e ácido acético, produzidos por 25 e 21 espécies da família, respectivamente (El-Sayed, 2010).

Os avanços na identificação de feromônios sexuais também são discretos. Poucas espécies até o momento foram estudadas no âmbito da pesquisa com semioquímicos, 10 espécies no total, sendo seis somente do gênero *Leptoglossus*. No total, foram identificadas as estruturas de 14

feromônios sexuais, sendo três aldeídos, cinco alcoóis, quatro ésteres e dois ácidos carboxílicos (Anexos 6 e 7).

Gênero *Leptoglossus*

Entre as espécies do gênero *Leptoglossus*, o álcool fenilmetanol é produzido por seis das sete espécies do gênero que tiveram os feromônios sexuais identificados, sendo o composto majoritário da mistura feromonal de todas elas. A espécie *L. gonagra* é a única a não produzir fenilmetanol, produz um único composto com a função de feromônio sexual, o álcool 2-fenil-etanol. (Aldrich et al., 1979; Aldrich et al., 1982; Aldrich et al., 1993).

2.1.5. Avanços na extensão da pesquisa com semioquímicos de percevejos: feromônios comerciais e MIP de percevejos

2.1.5.1. Feromônios comerciais de Percevejos

Na Agência Nacional de Vigilância Sanitária estão registrados 342 produtos para controle de insetos-praga no Brasil, sendo 298 inseticidas, 12 inseticidas biológicos e 32 produtos com feromônio (Anexo 10) (Anvisa, 2010). No Brasil, as oito principais culturas representam mais de 80% da área plantada total e as espécies que atacam estas culturas são as mais visadas para controle. Considerando somente as espécies que atacam as principais culturas, quase a totalidade delas já teve algum tipo de semioquímico identificado. Apesar da eficiência do setor acadêmico em identificar as prioridades de pesquisa, e de estarem disponíveis 32 produtos feromonais comerciais, estes em sua maioria não se destinam ao controle das pragas que mais impactam a principais culturas industriais como soja, milho, arroz e cana, na maioria dos casos se destinam a culturas de clima temperado, importantes a nível regional, mais especificamente a região sul do

Brasil. Para o controle de percevejos das famílias Pentatomidae e Coreidae inexitem produtos feromonais comerciais disponíveis (Zarbin et al., 2009).

2.1.5.2. MIP de percevejos

Na década de 40 com o advento do DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano), o primeiro pesticida amplamente utilizado, associado a técnicas modernas de cultivo iniciou-se uma verdadeira revolução mundial na produção de alimentos (Headley, 1972; Hoyt & Burts, 1974). No entanto, a euforia deu lugar a decepção com as consequências negativas resultantes do uso intensivo de agroquímicos: resistência dos insetos, ressurgência de pragas primárias, aumento pragas secundárias e contaminação ambiental (Kogan, 1998).

A crescente preocupação pública com o uso indiscriminado de agrotóxicos levou ao desenvolvimento e adoção de manejo integrado de pragas (MIP), que integra métodos biológicos, químicos e agro-técnicos visando o controle de pragas, tentando equilibrar os custos e os benefícios para os produtores, sociedade e meio ambiente (Bergmann et al., 2009). Várias pesquisas demonstram a importância do uso de múltiplas estratégias para o manejo de insetos-praga, incluindo a eliminação de condições propícias, planta melhoradas, reguladores de crescimento de insetos, feromônios, predadores e parasitas, que constituem uma abordagem conhecida como manejo integrado de pragas (MIP) (Schowalter, 2006).

O uso de feromônios está de acordo com o conceito preconizado para o manejo integrado de pragas (Trematerra, 2002). Feromônios representam um dos principais componentes do manejo de pragas de base ecológica (Suckling, 2000). Entre o vasto leque de potenciais ferramentas disponíveis para o manejo integrado de pragas, semioquímicos, e feromônios sexuais, em particular, figuram com destaque (Mcneil, 1991).

O uso de feromônios sexuais em estratégias de MIP ocorre, principalmente, de três maneiras distintas: 1) no monitoramento, onde armadilhas de feromônio são usadas para detectar a presença e a densidade de pragas, esta técnica é útil para definir as áreas de infestação com a finalidade de alcançar uma maior precisão no controle e limitar o uso de inseticidas ao estritamente necessário; 2) na atratividade, técnica também conhecida como “atrai-e-mata”, onde o feromônio sexual transforma-se na fonte de atratividade de um dos sexos para um local de confinamento ou para serem expostos a agentes infectantes ou tóxicos; 3) na interrupção do acasalamento, onde altas concentrações de feromônios sexual são disponibilizadas na área a ser protegida visando induzir o receptor do sinal a pistas erradas e dificultando a aproximação com o sexo oposto (Mcneil, 1991; Suckling, 2000; Trematerra, 2002; Bento, 2007).

Pentatomídeos fitófagos são pragas de uma multiplicidade de culturas e devem ser tratados com programas de manejo integrado (Mcpherson & Mcpherson, 2000). A utilização de métodos baseados em semioquímicos para controle de percevejos, tais como a captura em massa baseada em feromônios, seria uma abordagem ecologicamente mais benigna para o manejo desses percevejos. No entanto, atualmente inexistem uma estratégia comercial e de grande escala para controle de percevejos envolvendo feromônios, todas as experiências, algumas bem sucedidas, ocorrem no âmbito experimental. (Borges et al., 2007). Os resultados alcançados com armadilhas iscadas com feromônio de percevejos em nível experimental são satisfatórios. Contudo, devido a diferentes aspectos, os resultados no campo têm sido inferiores ao esperado. Percevejos possuem um longo período de acasalamento, antagonicamente, feromônios sintéticos podem apresentar uma curta viabilidade. Outro aspecto a ser considerado é que as armadilhas utilizadas geralmente são projetadas para capturar mariposas e podem ser inadequadas para a captura de percevejos (Millar et al., 2002).

2.2. BIOLOGIA DE PENTATOMIDAE

2.2.1. Morfologia de pentatomídeos

Pentatomídeos adultos caracterizam-se por possuírem dois pares de asas dobradas sobre o abdome, com as asas anteriores, geralmente coriáceas, com extremidade membranosa e o segundo par totalmente membranoso; antenas com cinco segmentos; e escutelo bem desenvolvido, que por vezes abrange todo o abdômen (Mcpherson & Mcpherson, 2000).

Ovos de Pentatomidae, geralmente, possuem formato de barril, córion reticulado, pilosidades e coloração variada. As colorações mais comuns são o castanho e o verde, que podem mudar com o decorrer da maturidade do embrião. Ainda, é característica a presença de processos micropilares, comumente, de formato clavado, podendo o opérculo pode ser retilíneo ou levemente convexo (Bundy & Mcpherson, 2000).

Imaturos de Pentatomidae geralmente possuem, do 1º ao 5º ínstar, uma forma ovalada. Os olhos são de coloração vermelho-escuro ou negra. O dorso é convexo e a coloração predominante pode assumir tons de preto, marrom, vermelho e /ou de verde. A presença de manchas é marcante, que podem ser de coloração preta, amarela, vermelha, laranja e/ou branca. A cabeça é triangular com ocelos ausentes. As antenas são cilíndricas com pêlos distribuídos por toda a superfície e o IV segmento antenal, geralmente, maior que os demais. A maior largura abdominal localiza-se entre o 1º e o 3º segmentos, dependendo do estágio ninfal. O rostro é longo alcançando a base das metacoxas. A morfometria de imaturos também é bastante diversificada, a família Pentatomidae inclui espécies pequenas como *P. Macunaima* e outras consideradas grandes para os padrões da família, como *Loxa deducta* (Tabelas 3 e 4) (Grazia & Frey-Da-Silva, 2001; Schwertner et al., 2002; Greve et al., 2003; Matesco et al., 2003; Matesco et al., 2006b; Matesco et al., 2009).

2.2.2. Desenvolvimento embrionário e pós-embrionário

O desenvolvimento na fase imatura é do tipo hemimetábola com cinco ecdises pós-período embrionário, sendo a última muda o início da fase adulta. Os juvenis se diferem do adulto somente no tamanho e presença de asas (Gullan & Cranston, 2005).

A duração das fases imaturas de Pentatomidae tem suscitado o interesse da pesquisa entomológica nas últimas décadas (Tabelas 1 e 2). Um dos pontos principais tem sido elucidar as variáveis que influenciam a duração dos instares desses percevejos. As variáveis nutricionais são estudadas visando o desenvolvimento de dietas que possam ser utilizadas na manutenção de criações massais em laboratório. Várias dietas artificiais e naturais são testadas tendo a duração das fases imaturas como parâmetro de aferição da eficiência nutricional destes alimentos. Outro motivo de investigação tem sido a influência dos fatores ambientais no desenvolvimento das ninfas, uma atenção especial tem sido dada ao impacto da temperatura, da umidade e da fotofase na duração dos estágios juvenis (Atwal, 1959; Panizzi & Rossi, 1991; Panizzi & Mourão, 1999; Panizzi et al., 2002; Chocorosqui e Panizzi, 2003; Panizzi et al., 2007).

Tabela 2.1. Espécies com a duração das fases ninfais de Pentatomidae descritas na literatura científica consultada.

Abreviação	Espécies	Alimento	°C	Referências
Am	<i>Acrosternum marginatun</i>	Semente de feijão	24°	(Hallman et al., 1992)
Ao	<i>Acrosternum obstinatum</i>	<i>Passiflora alata</i>	22°	(Matesco et al., 2003)
As	<i>Antiteuchus sepulcralis</i>	<i>Hibiscus pernambucensis</i>	25°	(Santos & Albuquerque, 2001)
At	<i>Antiteuchus Tripterus</i>	<i>Theobroma cacao</i>	-	(Entwistle, 1972)

Bt	<i>Bathypocheilus thalassina</i>	<i>Theobroma cacao</i>	-	(Entwistle, 1972)
Bta	<i>Brontocoris tabidus</i>	larva de <i>Musca Domestica</i>	25°	(Jusselino-Filho et al., 2003)
Cn	<i>Cermatulus nasalis</i>	Larva de <i>Heliothis</i>	25°	(Awan, 1988)
Cl	<i>Chinavia longicorialis</i>	Vagem de feijão	24°	(Matesco et al., 2009)
Ea	<i>Edessa aulacosterna</i>	<i>Myrciaria dubia</i>	25°	(Iannacone et al., 2007)
Em	<i>Edessa meditabunda</i>	<i>Plectranthus Barbatus</i>	25°	(Gonçalves et al., 2008)
Eha	<i>Euschistus hansii</i>	<i>Ligustrum lucidum</i>	-	(Martins e Campos, 2006)
Eh	<i>Euschistus heros</i>	Vagem e soja	24°	(Costa et al., 1998)
Mh	<i>Murgantia histrionica</i>	Brócolis	26°	(Zahn et al., 2008b)
Nv	<i>Nezara viridula</i>	Feijão guandu	-	(Soares et al., 2007)
Os	<i>Oechalia schellenbergii</i>	Larva de <i>Heliothis</i>	25°	(Awan, 1988)
Pb	<i>Picromerus bidens</i>	Larva de <i>Spodoptera</i>	23°	(Mahdian et al., 2006)
Pm	<i>Podisus maculiventris</i>	Larva de <i>Galleria melonella</i>	23°	(Chloridis et al., 1997)
Rl	<i>Rhopalimorpha lincolaris</i>	Semente de <i>Carex divulsa</i>	-	(Pendergrast, 1952)
Ro	<i>Rhopalimorpha obscura</i>	Semente de <i>C. divulsa</i>	-	(Pendergrast, 1952)
Tl	<i>Tibraca limbatriventris</i>	Plantas de arroz	26°	(Silva et al., 2004)

Tabela 2.2. Duração dos estágios imaturos (dias) de Pentatomidae disponíveis na literatura científica consultada (Tabela 1.1).

Estágio	Am	Ao	As	At	Bt
Ovo	6,8	8,4	6,2	11,0	6,0
1°	4,5	5,6	6,8	7,0	4,5
2°	6,5	13,4	19,0	12,5	6,5
3°	6,3	10,7	19,5	22,5	8,0
4°	6,0	13,4	22,5	12,5	10,0
5°	12,0	26,0	22,7	18,0	13,0
ovo-adulto	42,1	77,5	96,7	83,5	48,0
Estágio	Bta	Cn	Cl	Ea	Em
Ovo	5,6	9,0	6,7	5,3	6,3
1°	3,4	4,0	4,4	5,1	4,5
2°	5,9	5,2	6,6	26,9	11,6
3°	6,9	4,6	5,5	34,0	7,7
4°	6,8	5,4	6,8	24,9	10,5
5°	8,3	9,4	11,1	22,6	17,0
ovo-adulto	36,9	37,6	41,1	118,8	57,6
Estágio	Eha	Eh	Mh	Nv	Os
Ovo	6,3	7,1	3,8	5,7	6,0
1°	6,3	4,6	3,3	4,3	1,8
2°	11,6	7,1	4,5	7,8	3,7
3°	7,8	5,7	8,9	6,1	4,5

4°	8,3	7,0	12,9	7,1	4,8
5°	11,7	7,1	14,4	11,8	8,2
ovo-adulto	52,0	38,6	47,8	42,8	29,0
Estágio	Pb	Pm	Rl	Ro	Tl
ovo	12,8	6,4	8,0	8,5	6,9
1°	3,4	4,4	6,9	6,8	5,5
2°	4,6	5,2	8,8	10,8	7,2
3°	4,6	4,7	9,3	8,8	10,4
4°	3,8	5,1	10,7	10,5	15,4
5°	6,3	7,8	12,0	11,1	20,0
ovo-adulto	35,5	33,6	55,7	56,5	65,4

2.2.3. Biologia de adultos

2.2.3.1. Longevidade

A temperatura afeta significativamente a expectativa de vida de pentatomídeos adultos, temperaturas baixas prolongam a longevidade, temperaturas entre 25 e 27°C são as ideais para que os insetos expressem todo o seu potencial genético (Awan, 1988). A longevidade média de pentatomídeos adultos em condições de laboratório, com temperaturas próximas a 25°C, apresenta uma faixa de ocorrência entre 30 e 60 dias. *Piezodorus guildinii* apresentou uma longevidade média de 34,6 (Panizzi et al., 2002). *Perillus bioculatus* (F.) uma média de 34,5 dias de vida (Adams, 2000). Fêmeas de *Acrosternum marginatum*, uma longevidade de 44,4 dias (Hallman et al., 1992). Fêmeas de *Oechalia schellenbergii* (Guérin) e *Cermatulus nasalis*, 29.6 e 44.9 dias, respectivamente (Awan, 1988). *Edessa meditabunda* uma duração da vida adulta de 69 dias

(Gonçalves et al., 2008). *Scotinophara lurida* fêmeas sobreviveram em média 26,8 dias (Kim e Lee, 2008). A longevidade de *Euschistus heros* foi de 52 e 47 dias, respectivamente para fêmeas e machos (Costa et al., 1998).

2.2.3.2. Fertilidade

A fertilidade em Pentatomidae é bastante variada, contudo, é possível perceber uma tendência de oviposição de 200 ovos por fêmea durante o período de sobrevivência. 138.5 ovos foi a média de *Perillus bioculatus* (Adams, 2000). *Euschistus heros* ovipositou em média 130 ovos durante sua sobrevivência (Costa et al., 1998d). 65 ovos e cinco posturas por fêmea foi o desempenho da fertilidade da espécie *Loxa deducta* alimentada com vagem de feijão (Cohen et al., 2006). *Oechalia schellenbergii* e *Cermatulus nasalis* criados a 25°C apresentaram uma fertilidade média de 414 e 258 ovos / fêmea respectivamente (Awan, 1988). *Edessa meditabunda* apresentou uma fecundidade média de 112 ovos em 8 posturas criado em condições ambientais de 25°C (Gonçalves et al., 2008). Fêmeas de *Acrosternum marginatum* ovipositam em média 96, 2 ovos e 7,5 posturas (Hallman et al., 1992). *Podisus nigrispinus* apresentou uma fertilidade de 605 ovos por fêmea em temperatura de 25°C e 14h de luz diárias (Medeiros et al., 2003).

2.2.3.3. Período pré-cópula

Logo após a emergência para a fase adulta, heterópteros, geralmente, ainda não estão preparados para o acasalamento, esse fato advém da falta de maturidade do aparelho reprodutivo (Happ, 1992; Jahnke et al., 2006). A maturidade sexual pode ser estimada através da idade no momento do primeiro acasalamento, ou através do período pré-oviposição. Em Pentatomidae, a faixa de ocorrência do período de pré-oviposição é normalmente de 5 a 10 dias, e a primeira cópula ocorre por volta do 5º dia pós-emergência para a fase adulta; 8,6 dias foi o período de pré-oviposição de

fêmeas de *Perillus bioculatus* na presença de machos maduros sexualmente, e 12,1 dias para fêmeas virgens acasaladas com machos virgens de mesma idade (Adams, 2000). Para *Thyanta pallidovirens*, o período de pré-cópula foi de 3,6 e 4,1 dias, para machos e fêmeas respectivamente, e o período de pré-oviposição das fêmeas foi de 6,6 dias (Wang & Millar, 1997). Foram observadas oviposições de *Bagrada picta* de 6 a 8 dias, após a última muda (Azim & Shafee, 1986). O período pré-oviposição de *Acrosternum marginatum* foi de 10,1 dias (Hallman et al., 1992). A espécie *Podisus nigrispinus* apresentou um período de pré-oviposição de 7 dias (Medeiros et al., 2003). Enquanto o de *Podisus maculiventris* foi de 5,3 dias, e o de *Picromerus bidens* foi de 13,5 dias (Mahdian et al., 2006).

2.2.3.4. Corte pré-cópula

A sequência de categorias comportamentais que precede à cópula (acasalamento) é bastante estereotipada para Pentatomidae e consiste, basicamente, de três momentos distintos: circundação dos machos em torno das fêmeas, antenação do macho sobre o dorso da fêmea e posicionamento das fêmeas para a cópula (Borges et al., 2008).

O comportamento de corte e pré-cópula de pentatomídeos inicia-se com os machos tocando vigorosamente todos os lados do dorso das fêmeas com as antenas. Posteriormente ao tateamento com a antena, o macho eleva o abdômen da fêmea desferindo suaves movimentos com a cabeça tentando elevar o abdômen dela acima da superfície. Caso haja receptividade da fêmea, demonstrada ao ficar parada e com o abdômen elevado, o macho vira-se e alinha o final de seu abdômen com o dela. Em seguida expõe edeago e realizada a manobra de acoplamento na genitália feminina (Alcock, 1971; Kawada & Kitamura, 1983; Lanigan e M., 1997; Mendonça et al., 1997). O percentual de sucesso da corte é relativamente alto, aproximadamente 70% das

tentativas realizadas por machos de *Murgantia histrionica* foram bem sucedidas (Lanigan & Barrowse, 1997).

2.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, T. S. 2000. Effect of Diet and Mating on Oviposition in the Twospotted Stink Bug *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). Ann. Entom. Soc. Am., v.93, n.6, p.1288-1293.

Alcock, J. 1971. The behavior of a stinkbug *Euchistus conspersus* UHLER (Hemiptera, Pentatomidae). Psyche, v.78, n.4, p.215-228.

Aldrich, J. R. 1988. Chemical ecology of the Heteroptera. Annu. Rev. Entomol., v.33, p.211-238.

Aldrich, J. R. 1995. Chemical communication in the true bugs and parasitoid exploitation. In: Cardé, R. T.; Bell, W. J. (Ed.). Chemical Ecology of Insects II. New York: Chapman & Hall. p.318-363

Aldrich, J. R., Blum, M. S., Fales, H. M. 1979. Species-specific natural products of adult male leaf-footed bugs (Hemiptera: Heteroptera). J. Chem. Ecol., v.5, p.53-62.

Aldrich, J. R., Blum, M. S., Lloyd, H. A., Fales, H. M. 1978. Pentatomid natural products: chemistry and morphology of the III-IV dorsal abdominal glands of adults. J. Chem. Ecol., v.4, p.161-172.

Aldrich, J. R., Hoffmann, M. P., Kochansky, J. P., Lusby, W. R., Eger, J. E., Payne, J. A. 1991. Identification and attractiveness of a major pheromone component for nearctic *Euschistus* spp. stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). Environ. Entomol., v.20, p.477-483.

Aldrich, J. R., Kochansky, J. P., Lusby, W. R., Dutky, S. R. 1982. Volatile male-specific natural products of a coreid bug (Hemiptera: Heteroptera). J. Chem. Ecol., v.8, p.1369-1376.

Aldrich, J. R., Lusby, W. R., Kochansky, J. P. 1986. Identification of a new predaceous stink bug pheromone and its attractiveness to the eastern yellowjacket. Experientia, v.42, p.583-585.

Aldrich, J. R., Lusby, W. R., Marron, B. E., Nicolaou, K. C., Hoffmann, M. P., Wilson, L. T. 1989. Pheromone blends of green stink bugs and possible parasitoid selection. Naturwissenschaften, v.76, p.173-175.

Aldrich, J. R., Oliver, J. E., Lusby, W. R., Kochansky, J. P., Borges, M. 1994. Identification of male-specific volatiles from nearctic and neotropical stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). J. Chem. Ecol., v.20, p.1103-1111.

Aldrich, J. R., Waite, G. K., Moore, C. J., Payne, J. A., Lusby, W. R., Kochansky, J. P. 1993. Male-specific volatiles from Nearctic and Australasian true bugs (Heteroptera: Coreidae and Alydidae). J. Chem. Ecol., v.19, p.2767-2781.

Anvisa 2010. Sistema de Informação sobre Agrotóxicos. Disponível em: www.portal.anvisa.gov.br

Atwal, A. S. 1959. The oviposition behaviour of *Bagrada Cruciferarum* KIRKALDY (Pentatomidae: Heteroptera) and the influence of temperature and humidity on the speed of development of eggs. Proc. Nat. Inst. of Sci. of India (Section B: Biol. Sci.), v.25, n.2, p.65-67.

Auslane, H. J. 2008. Pheromones. In: Capinera, J. L. (Ed.). Encyclopedia of entomology: Springer. p.2843

Awan, M. S. 1988. Development and mating behaviour of *Oechalia schellenbergii* (guerin-meneville) and *Cermatulus nasalis* (westwood) (Hemiptera: Pentatomidae). J. Aust. ent. Soc.,

v.27, p.183-187.

Azim, M. N., Shafee, S. A. 1986. The life cycle of *Bagrada picta* (FABRICIUS) (Hemiptera, Pentatomidae). *Articulata*, v.8, p.261-265.

Baker, R., Borges, M., Cooke, N. G., Herbert, R. H. 1987. Identification and synthesis of (Z)-(1'S,3'R,4'S)(-)-2-(3',4',-epoxy-4'-methylcyclohexyl)-6-methylhepta-2,5-diene, the sex pheromone of the southern green stinkbug, *Nezara viridula* (L.). *J. Chem. Soc. Chem. Comm.*, v.6, p.414-416.

Bento, J. M. S. 2007. Painel 4: Feromônios. Workshop tecnológico sobre pragas da cana-de-açúcar. Piracicaba, SP. Disponível em: www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/PPaper_sessao_4

Bergmann, J., González, A., Zarbin, P. H. G. 2009. Insect Pheromone Research in South America. *J. Braz. Chem. Soc.*, v.20, p.1206-1219.

Blum, M. S., Traynham, J. G., Chidester, J. B., Boggus, J. D. 1960. n-tridecane and trans-2-heptenal in scent gland of the rice stink bug, *Oebalus pugnax* (F.). *Science*, v.132, p.1480-1481.

Blum, M. S., Graine, D., Chidester, J. B. 1961. Trans-2-hexenal in the scent gland of the hemipteran *Acanthocephala femorata*. *Nature*, v.189, p.245-246.

Borges, M., Aldrich, J. R. 1994. Attractant pheromone for nearctic stink bug, *Euschistus obscurus* (heteroptera: pentatomidae): insight into a neotropical relative. *J. of Chem. Ecology*, v.20, p.1095-1102.

Borges, M., Birkett, M., Aldrich, J. R., Oliver, J. E., Chiba, M., Murata, Y., Laumann, R. A., Barrigossi, J. A., Pickett, J. A., Moraes, M. C. B. 2006. Sex attractant pheromone from the rice stalk stink bug, *Tibraca limbativentris* Stål. *J. Chem. Ecol.*, v.32, p.2749.

Borges, M., Millar, J. G., Laumann, R. A., Moraes, M. C. B. 2007. A male-produced sex pheromone from the neotropical redbanded stink bug, *Piezodorus guildinii*. J. Chem. Ecol., v.33, p.1235.

Borges, M., Moraes, M. C. B., Laumann, R. 2008. Ecologia química e comportamento de Pentatomidae: subsídios para estudos de biologia evolutiva e sistemática. XXII Congresso Brasileiro de Entomologia. Uberlândia - MG. Disponível em: www.seb.org.br/eventos/CBE/XXIICBE/resumos/R2527-1.html.

Borges, M., Mori, K., Costa, M. L. M., Sujii, E. R. 1998. Behavioural evidence of methyl-2,6,10-trimethyltridecanoate as a sex pheromone of *Euschistus heros* (Het., Pentatomidae). J. Appl. Entomol., v.122, p.335-338.

Borges, M., Zarbin, P. H. G., Ferreira, J. T. B., Costa, M. L. M. 1999. Pheromone sharing: blends based on the same compounds for *Euschistus heros* and *Piezodorus guildinii*. J. Chem. Ecol., v.25, p.629-634.

Brezot, P., Malosse, C., Mori, K., Renou, M. 1994. Bisabolene epoxides in sex pheromone in *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae): role of cis isomer and relation to specificity of pheromone. J. Chem. Ecol., v.20, p.3133-3147.

Bundy, C. S., Mcpherson, R. M. 2000. Morphological Examination of Stink Bug (Heteroptera: Pentatomidae) Eggs on Cotton and Soybeans, with a Key to Genera. Ann. Entomol. Soc. Am., v.93, p.616-624.

Butenandt, V. A., Beckmann, R., Stamm, D., Hecker, E. 1959a. Über den sexuallockstoff des seidenspinners *Bombyx mori*. Reindarstellung und konstitution. Z. Naturforsch. B., v.14, p.283-284.

Butenandt, V. A., Linzen, B., Lindauer, M. 1959b. Über einen duftstoff aus der mandibeldrüse der Blattschneiderameise *Atta sexdens rubropilosa* Forel. Arch. Anat. Micr. Morph. Exp., v.48,

p.13.

Chloridis, A. S., Koveos, D. S., Stampoulos, D. C. 1997. Effect of photoperiod on the induction and maintenance of diapause and on development of the predatory bug *Podisus maculiventris* (hem.: pentatomidae). Entomophaga, v.42, p.427-434.

Chocorosqui, V. R., Panizzi, A. R. 2003. Photoperiod influence on the biology and phenological characteristics of *Dichelops melacanthus* (dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). Braz. J. Biol., v.63, p.655-664.

Cohen, A. G., Matesco, V. C., Grazia, J. 2006. Biologia de *Loxa deducta* (Hemiptera, Pentatomidae) alimentada com vagem de feijão. II Jornada de Iniciação Científica - Meio Ambiente. Porto Alegre - RS: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/JIC/II/ZOO/ZOO011.pdf>

Cokl, A. Virant-Doberlet, M. 2003. Communication with substrate-borne signals in small plant-dwelling insects. Annu. Rev. Entomol., v.48, p.29-50.

Corrêa-Ferreira, B. S., Panizzi, A. R. 1999. Percevejos da soja e seu manejo. Embrapa-Cnpso. Londrina: Circular Técnica 24: 45 p.

Costa, M. L. M., Borges, M., Vilela, E. F. 1998. Biologia Reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera:Pentatomidae). An. Soc. Entomol. Bras., v.27, p.559-568.

El-Sayed, A. M. 2010. The Pherobase: Database of Insect Pheromones and Semiochemicals. Disponível em: www.pherobase.com

Entwistle, P. F. 1972. Pest of Cocoa. London: Longman Group. 779p.

- Fávaro, C. F., Rodrigues, M. A. C. M., Aldrich, J. R., Zarbin, P. H. G. 2011. Identification of Semiochemicals in Adults and Nymphs of the Stink Bug *Pallantia macunaima* Grazia (Hemiptera: Pentatomidae). J. Braz. Chem. Soc., v.22. p.58-64
- Ferreira, E., Barrigossi, J. A. F., Vieira, N. R. D. A. 2001. Percevejos das panículas do arroz : fauna heteroptera associada ao arroz. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica 43. 52p.
- Fucarino, A., Millar, J. G., Mcelfresh, J. S., Colazza, S. 2004. Chemical and physical signals mediating conspecific and heterospecific aggregation behavior of first instar stink bugs. J. Chem. Ecol., v.30, p.1257-1269.
- Gerald, B. M. 1965. *Bathycoelia thalassina* (Herrich-Schaeffer), (Hemiptera: Pentatomidae); a Pest of *Theobroma cacao* L. Nature, v.207, p.881.
- Gonçalves, L., Almeida, F. S., Mota, F. D. M. 2008. Efeitos da temperatura no desenvolvimento e reprodução de *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae). Acta Biol. Par, v.37, p.111-121.
- Grazia, J. 1980. Revisão do gênero *Pallantia* Stål, 1862 (Heteroptera, Pentatomidae). Revista Bras. Entomol., v.24, p.15-27.
- Grazia, J., Frey-Da-Silva, A. 2001. Descrição dos Imaturos de *Loxa deducta* Walker e *Pallantia macunaima* Grazia (Heteroptera: Pentatomidae) em *Ligustrum lucidum* Ait. Neotropical Entomology, v. 30, n.1, p.73-80.
- Greve, C., Fortes, N. D. F., Grazia, J. 2003. Estágios imaturos de *Oebalus poecilus* (Heteroptera, Pentatomidae). Iheringia, Sér. Zool, v.93, n.1, p.89-96.
- Guarino, S., De Pasquale, C., Peri, E., Alonso, G., Colazza, S. 2008. Role of volatile and contact pheromones in the mating behaviour of *Bagrada hilaris* (Heteroptera: Pentatomidae). Eur. J.

Entomol., v.105, p.613-617.

Gullan, P. J., Cranston, P. S. 2005. The insects: an outline of entomology: Blackwell. 144 p.

Hall, D. R., Beevor, P. S., Campon, D. G., Chamberlain, D. J., Cork, A., White, R., Almettre, A., Henneberry, T. J., Nandagopal, V., Wightman, J. A., Rao, G. V. R. 1993. Identification and synthesis of new pheromones. Bulletin OILB SROP, v.16, p.1-9.

Hallman, G. J., Morales, C. G., Duque, M. C. 1992. Biology of *Acrosternum marginatum* (Heteroptera, Pentatomidae) on common beans. Florida Entomologist, v.75, n.2, p.190-196.

Happ, G. M. 1992. Maturation of the Male Reproductive System and its Endocrine Regulation. Ann. Rev. of Entomol., v.37, p.303-320.

Headley, J. C. 1972. Economics of agricultural pest control. Annu. Rev. Entomol., v.17, p.273-286.

Henry, T. J. 1984. New united states records for two Heteroptera: *Pellaea stictica* (Pentatomidae) and *Rhinacloa pallidipes* (Miridae). Proc. Entomol. Soc. Wash., v.86, p.519-520.

Hill, D. S. 1983. Agricultural insect pests of the tropics and their control: Cambridge University Press. 760p.

Ho, H.-Y., Millar, J. G. 2001a. Identification and synthesis of a male-produced sex pheromone from the stink bug *Chlorochroa sayi*. J. Chem. Ecol., v.27, p.1177-1201.

Ho, H.-Y., Millar, J. G. 2001b. Identification and synthesis of male-produced sex pheromone components of the stink bugs *Chlorochroa ligata* and *Chlorochroa uhleri*. J. Chem. Ecol., v.27, p.2067-2095.

Hoyt, S. C., Burts, E. C. 1974. Integrated control of fruit pests. *Annu. Rev. Entomol.*, v.19, p.231-252.

Iannacone, J., Perez, D., Tueros, A. 2007. Ciclo de vida y aspectos poblacionales de *Edessa aulacosterna* Stal, 1872 (Heteroptera: Pentatomidae) chinche del fruto del camu camu (Myrtaceae) en zona de restinga, Ucayali, Perú. *Acta Amaz.*, v.37, p.635 - 642.

Jahnke, S. M., Redaelli, L. R., Diefenbach, L. M. G. 2006. Internal reproductive organs of *Cosmoclopius nigroannulatus* (Hemiptera: Reduviidae). *Braz. J. Biol.*, v.66, p.509-512.

Jurenka, R. 2004. Insect Pheromone Biosynthesis. The chemistry of pheromones and other semiochemicals I. v.239, p.97–132.

Jusselino-Filho, P., Zanuncio, J. C., Fragoso, D. B., E., Lacerda, M. C. 2003. Biology of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with musca domestica (Diptera: Muscidae) larvae. *Braz. J. Biol.*, v.63, n.3, p.463-468.

Kawada, H. Kitamura, C. 1983. The reproductive behavior of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* UHLER (Heteroptera: Pentatomidae) *Appl. Ent. Zool.*, v.18, p.234-242.

Kim, H., Lee, J.-H. 2008. Phenology Simulation Model of *Scotinophara lurida* (Hemiptera: Pentatomidae). *Environ. Entomol.*, v.37, p.660-669.

Kivan, M. 2005. Effects of azadirachtin on the sunn pest, *Eurygaster integriceps* put. (heteroptera, scutelleridae) in the laboratory. *Journal of Central European Agriculture*, v.6, p.157-160.

Kogan, M. 1998. Integrated pest management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. *Annu. Rev. Entomol.*, v.43, p.243–70.

Krupke, C. H., Brunner, J. F., Doerr, M. D., Kahn, A. D. 2001. Field Attraction of the Stink Bug *Euschistus conspersus* (Hemiptera: Pentatomidae) to Synthetic Pheromone-Baited Host Plants. J. Econ. Entomol., v.94, p.1500-1505.

Lanigan, P. J., Barrowse, B. 1997. Sexual behavior of *Murgantia histrionica* (Hemiptera: Pentatomidae). Psyche, p.191-197.

Laumann, R. A., Moraes, M. C. B., Cokl, A., Borges, M. 2005. Metodologias para estudo da comunicação vibracional de insetos e sua aplicação ao manejo de pragas. Brasília: Embrapa - Cenagen. Circular Técnica 152. 30p.

Leal, W. S. 2005. Pheromone Reception. In: Schulz, S. (Ed.). The chemistry of pheromones and other semiochemicals II: topics in current chemistry. Berlin: Springer. v.1, p.1-36

Leal, W. S., Kuwahara, S., Shi, X. W., Higuchi, H., Marino, C. E. B., Ono, M., Meinwald, J. 1998. Male-released sex pheromone of the stink bug *Piezodorus hybneri*. J. Chem. Ecol., v.24, p.1817-1829.

Mahdian, K., Kerckhove, J., Tirry, L., Clercq, P. D. 2006. Effects of diet on development and reproduction of the predatory pentatomids *Picromerus bidens* and *Podisus maculiventris*. BioControl, v.51, p.725-739.

Martins, F. S., Campos, L. A. 2006. Morfologia e biologia dos imaturos de *Euschistus hansii* (Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae). Iheringia, Sér. Zool., v.96, p.213-218.

Matesco, V. C., Fortes, N. D. F., Grazia, J. 2003. Imaturos de pentatomídeos (Hemiptera, Heteroptera): morfologia e biologia de *Acrosternum obstinatum*. Iheringia, Sér. Zool, v.93, n.1, p.81-88.

Matesco, V. C., Schwertner, C. F., Grazia, J. 2006. Descrição dos Estágios Imaturos de *Chinavia erythrocnemis* (Berg) (Hemiptera: Pentatomidae). Neotropical Entom., v.35, p.483-488.

Matesco, V. C., Schwertner, C. F., Grazia, J. 2009. Morphology of the Immatures and Biology of *Chinavia longicorialis* (Breddin) (Hemiptera: Pentatomidae). Neotropical Entom., v.38, n.1, p.074-082.

Mcbrien, H. L., Cokl, A., Millar, J. G. 2002a. Comparison of substrate-borne vibrational signals of two congeneric stink bug species, *Thyanta pallidovirens* and *T. custator* accerra (Heteroptera : Pentatomidae). J. Insect Behavior, v.15, p.715-738.

Mcbrien, H. L., Millar, J. G., Rice, R. E., Mcelfresh, J. S., Cullen, E., Zalom, F. G. 2002b. Sex attractant pheromone of the red-shouldered stink bug *Thyanta pallidovirens*: a pheromone blend with multiple redundant components. J. Chem. Ecol., v.28, p.1797-1818.

Mcneil, J. N. 1991. Behavioral ecology of pheromone-mediated communication in moths and its importance in the use of pheromone traps. Annual Review of Entomology, v.36, p.407-430.

Mcpherson, J. E., Mcpherson, R. M. 2000. Stink bugs of economic importance in America north of Mexico: CRC Press. 272p.

Medeiros, R. S., Ramalho, F. S., Serrão, J. E., Zanuncio, J. C. 2003. Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the noctuid larva *Alabama argillacea*. BioControl, v.48, p.695–704.

Men, H.-C., Yabu, T., Kim, J.-Y. Leal, W. S. 1999. Evidence of male-produced sex pheromone in the white spotted spined stink bug *Eysarcoris parvus* (Heteroptera: Pentatomidae). Asia-Pacific Conf. Chem. Ecol., p.57.

Mendonça, F. A. C., Barreto, M. R., Assis-Junior, S., Marsaro-Junior, A. L. 1997. Comportamento de Corte e Cópula do Predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) em Laboratório. An. Soc. Entomol. Brasil, v.26, p.209-212.

- Milkas, N., Renou, M., Malosse, I., Malosse, C. 2000. Repeatability of pheromone blend composition in individual males of the southern stink bug, *Nezara viridula*. J. Chem. Ecol., v.26, p.2473–2485.
- Millar, J. G., McBrien, H. L., Ho, H.-Y., Rice, R. E., Cullen, E., Zalom, F. G., Üökl, A. 2002. Pentatomid bug pheromones in IPM: possible applications and limitations. IOBC Bulletin, v.25, n.9, p.241-250.
- Moraes, M. C. B., Millar, J. G., Laumann, R. A., Sujii, E. R., Pires, C. S. S., Borges, M. 2005. Sex attractant pheromone from the neotropical red-shouldered stink bug, *Thyanta perditor* (F.). J. Chem. Ecol., v.31, p.1415-1427.
- Moraes, M. C. B., Pareja, M., Laumann, R. A. Borges, M. 2008. The Chemical Volatiles (Semiochemicals) Produced by Neotropical Stink Bugs (Hemiptera: Pentatomidae). Neotropical Entomology, v.37, p.489-505.
- Mori, K., Tashiro, T., Yoshimura, T., Takita, M., Tabata, J., Hiradate, S., Sugie, H. 2008. Determination of the absolute configuration of the male aggregation pheromone, 2-methyl-6-(4'-methylenebicyclo[3.1.0]hexyl)hept-2-en-1-ol, of the stink bug *Eysarcoris lewisi* (Distant) as 2Z,6R,1'S,5'S by its synthesis. Tetrahedron Lett., v.49, p.354-357.
- Owusu, E., Manu, F. L. S. 2008. Natural enemies of *Bathypoelia thalassina* (Herrich-Schaeffer) (Hemiptera: Pentatomidae), a pest of cocoa in Ghana. Biol. J. of the Linnean Soc., v.8, p.217–244.
- Panizzi, A. R. 1997. Wild Hosts of Pentatomids: Ecological Significance and Role in Their Pest Status on Crops. Ann. Rev. Entomol., v.42, p.99–122.
- Panizzi, A. R., Cardoso, S. R., Chocorosqui, V. R. 2002. Nymph and Adult Performance of the Small Green Stink Bug, *Piezodorus guildinii* (Westwood) on Lanceleaf Crotalaria and Soybean. Braz. Arc. of Biol. and Techn., v.45, n.1, p.53-58.

Panizzi, A. R., Duo, L. J. S., Bortolato, N. M., Siqueira, F. 2007. Nymph developmental time and survivorship, adult longevity, reproduction and body weight of *Dichelops melacanthus* (Dallas) feeding on natural and artificial diets. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.51, p.484-488.

Panizzi, A. R., Mourão, A. P. M. 1999. Mating, Ovipositional Rhythm and Fecundity of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) Fed on Privet, *Ligustrum lucidum* Thunb., and on Soybean, *Glycine max* (L.) Merrill Fruits. *An. Soc. Entomol. Bras.*, v.28, p.35-40.

Panizzi, A. R., Mourão, A. P. M., Oliveira, E. D. M. 1998. Nymph and Adult Biology and Seasonal Abundance of *Loxa deducta* (Walker) on Privet, *Ligustrum lucidum*. *An. Soc. Entomol. Bras.*, v.27, n.2, p.199-206.

Panizzi, A. R., Rossi, C. E. 1991. Efeito da vagem e da semente de *Leucaena* e da vagem de soja no desenvolvimento de ninfas e adultos de *Loxa deducta* (Heteroptera: Pentatomidae). *Rev. Bras. Biol.*, v.51, p.607-613.

Pareja, M., Borges, M., Laumann, R. A., Moraes, M. C. B. 2007. Inter- and intraspecific variation in defensive compounds produced by five neotropical stink bug species (Hemiptera: Pentatomidae). *J. of Insect Physiology*, v.53, p.639–648.

Pathak, M. D., Khan, Z. R. 1994. Pest of rice. Manila, Philippines: International Rice Research Institute. 87 p.

Pendergrast, J. G. 1952. Studies on the biology of Pentatomid bugs of the genus *Rhopalimorpha* Dallas (Heteroptera). *Transactions Royal Soc. New Zealand*, v.80, p.143-153.

Sánchez, M. D. C., Díaz, D., Maselli, M. 1999. El comportamiento y tiempo de desarrollo de la chinche *Edessa meditabunda* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). Rev. Fac. Agron., v.25, p.149-158.

Santos, A. V., Albuquerque, G. S. 2001. Custos Ecofisiológicos do Cuidado Maternal em *Antiteuchus sepulcralis* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae). Neotropical Entom., v.30, p.105-111.

Schowalter, T. D. 2006. Insect ecology: an ecosystem approach. San Diego, California, USA: Elsevier. 471 p.

Schuh, R. T., Slater, J. A. 1995. True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history: Cornell University Press. 336p.

Schwertner, C. F., Albuquerque, G. S., Grazia, J. 2002. Descrição dos estágios imaturos de *Acrosternum (Chinavia) ubicum* Rolston (Heteroptera: Pentatomidae) e efeito do alimento no tamanho e coloração das ninfas. Neotropical Entom., v.31, p.571-579.

Silva, C. C. A., Capdeville, G. D., Moraes, M. C. B., Falcão, R., Solino, L. V. F., Laumann, R. A., Silva, J. P., Borges, M. 2010. Morphology, distribution and abundance of antennal sensilla in three stink bug species (Hemiptera: Pentatomidae). Micron, v.41, p.289–300.

Silva, C. C. A., Cordeiro, D. M., Laumann, R., Moraes, M. C. B., Barrigossi, J. A., Borges, M. 2004. Ciclo de vida e metodologia de criação de *Tibraca limbatriventris* Stal. 1860 (Heteroptera, Pentatomidae) para estudos de ecologia química. Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 78. 19p.

Silva, E. J. E., Fernandes, J. A. M., Grazia, J. 2006. Caracterização do grupo *Edessa rufomarginata* e descrição de sete novas espécies (Heteroptera, Pentatomidae, Edessinae). Iheringia, Sér. Zool., v.96, p.345-362.

Silva, R. A., Carvalho, G. S. 2001. Aspectos biológicos de *Phthia picta* (drury, 1770)

(hemiptera: coreidae) em tomateiro sob condições controladas. Cienc. Rural, v.31, p.381-386.

Singh, O. P., Singh, K. J., Thakur, R. D. 1989. Studies on the bionomics and chemical control of stink bug, *Piezodorus rubrofasciatus* Fabricius, a new pest of soybean in Madhya Pradesh. Ind. J. Plant Prot., v.17, p.81–93.

Soares, J. J., Silva, M. V. D., Nascimento, A. R. B. D., Almeida, M. G. D. M. 2007. Percevejo Verde (*Nezara viridula* (Linnaeus 1758) (Hemiptera:Pentatomidae)) como praga potencial para ricinocultura e metodologia de criação deste inseto para experimentos com mamona. Campina Grande - PB: Embrapa Algodão, Documentos 172, 25p.

Son, C. K., Pork, S. G., Hwang, Y. H., Choi, B. S. 2000. Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. Korean J. Crop Sci, v.45, p.405– 410.

Sousa, C. E. P., Amaral-Filho, B. F. 1999. Nova Planta Hospedeira de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Heteroptera: Coreidae). An. Soc. Entomol. Brasil, v.28, p.753-756.

Souza, B. H. S. 2007. Ocorrência de pragas e inimigos naturais ao longo do ciclo da cultura de soja transgênica. Pelotas / RS: Grupo Cultivar de Publicações Ltda. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/pragas.pdf.pdf>

Suckling, D. M. 2000. Issues affecting the use of Pheromones and Other Semiochemicals in orchards. Crop protection, v.19, p.677-683.

Takita, M., Sugie, H., Tabata, J., Ishii, S., Hiradate, S. 2008. Isolation and estimation of the aggregation pheromone from *Eysarcoris lewisi* (Distant) (Heteroptera: Pentatomidae). Appl. Entomol. Zool., v.43, p.11-17.

Todd, J. W. 1989. Ecology and behavior of *Nezara viridula*. Ann. Rev. Entomol., v.34, p.273-292.

Trematerra, P. 2002. Pheromones and Integrated Pest Management in stored products. IOBC Bulletin, v.25, n.3, p.9-14.

Virant-Doberlet, M., Cokl, A. 2004. Vibrational Communication in Insects. Neotropical Entomology, v.33, p.121-134.

Wang, Q., Millar, J. G. 1997. Reproductive behavior of *Thyanta pallidovirens* (Heteroptera: Pentatomidae). Ann. Entom. Soc. Am., v.90, p.380-388.

Wertheim, B., Van Baalen, E. J. A., Dicke, M., Vet, L. E. M. 2005. Pheromone-mediated aggregation in nonsocial arthropods: an evolutionary ecological perspective. Ann. Review of Entomology, v.50, p.321-346.

Wilson, E. O. 1992. The Diversity of Life. Cambridge, MA.: Harvard University Press. 424p.

Zahn, D. K., Girling, R. D., Mcelfresh, J. S., Carde, R. T., Millar, J. G. 2008. Biology and Reproductive Behavior of *Murgantia histrionica* (Heteroptera: Pentatomidae). Ann. Entomol. Soc. Am., v.101, p.215-228.

Zambolim, L., Conceição, M. Z. D., Santiago, T. 2008. O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários. Viçosa, MG.: ANDEF-Associação Nacional de Defesa Vegetal. 464 p.

Zarbin, P. H. G., Rodrigues, M. A. C. M., Lima, E. R. 2009. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. Quim. Nova, v.32, p.722-731.

Zunic, A., Cokl, A., Doberlet, M. V., Millar, J. G. 2009. Communication with signals produced by abdominal vibration, tremulation, and percussion in *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). Ann. Entomol. Soc. Am., v.101, n.6, p.1169 -1178.

3. FEROMÔNIO SEXUAL DE MACHOS DO PERCEVEJO ASA PRETA DA SOJA, *Edessa meditabunda* (Fabricius) (HETEROPTERA, PENTATOMIDAE)

3.1. RESUMO

A espécie *Edessa meditabunda* (F.) faz parte de um complexo de percevejos que atacam a cultura da soja no Brasil. Insetos mantidos em laboratório ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR e 14h de luz) foram utilizados para a coleta de voláteis através do processo de aeração, utilizando-se duas câmaras de vidro contendo oito insetos cada, machos e fêmeas separadamente. Os insetos foram submetidos a fluxo contínuo de ar filtrado e umidificado. Todos os voláteis produzidos foram carregados até uma coluna contendo polímero adsorvente e lã de vidro. A cada 48h as colunas foram lavadas com solvente e utilizou-se jato de ar concentrado para 100 μl (extrato). Alíquotas de 1 μl dos extratos foram injetadas em cromatógrafo a gás (CG) e cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas (CG-MS). Também foram realizados testes para verificação da bioatividade de compostos presentes nos extratos, eletroantenografia (CG-EAD) e bioensaio em olfatômetro. Nos perfis cromatográficos dos extratos de machos foram observados dois compostos macho-específicos, identificados como sendo os ésteres 4,8,12- trimetil pentadecanoato de metila (majoritário) e 4,8,12-trimetil tetradecanoato de metila (minoritário). Os testes de CG-EAD confirmam a detecção do composto majoritário pela antena da fêmea. Os testes de bioensaio em olfatômetro também demonstraram a atratividade das fêmeas pelos extratos de machos. A síntese do composto majoritário confirmou a estrutura química da molécula.

Palavras-chave: Voláteis de percevejos (semioquímicos), acasalamento.

3.2. ABSTRACT

The species *Edessa meditabunda* (F.) is part of a complex of stink bugs that attack the soybean cultures in Brazil. Insects kept in the laboratory (25 ± 1 ° C, $65 \pm 5\%$ RH and 14h light) were used to collect volatile through the aeration process, using two glass chambers each containing eight insects, males and females separately . The insects were subjected to continuous flow of filtered and humidified air. All volatiles produced were carried up to a column containing adsorbent polymer and glass wool. Every 48h, the columns were washed with solvent and used the air blast to 100µl concentrate (extract). 1µl aliquots of the extracts were injected into a gas chromatograph (GC) and gas chromatograph coupled to mass spectrometry (GC-MS). Tests were also made to verify the bioactivity of compounds present in extracts, electroantennography (GC-EAD) and olfactometer bioassay. In the chromatographic profiles of extracts from two males were observed male-specific compound, identified as esters 4,8,12 - trimethyl pentadecanoato methyl (majority) and 4,8,12-trimethyl tetradecanoate methyl (minority). The GC-EAD tests confirm the detection of the major compound of the antenna of the female. The olfactometer bioassay tests also demonstrated the attractiveness of females to males by the extracts. The synthesis of the major compound confirmed the chemical structure of the molecule.

Keywords: Stink bugs hemical volatiles (semiochemicals), mating.

3.3. INTRODUÇÃO

A biodiversidade de Pentatomidae é estimada em 4.500 espécies em todo o mundo, a quarta maior em Heteroptera (McPherson & McPherson, 2000). O gênero *Edessa* (F.) é o maior dentre os pentatomídeos, com cerca de 260 espécies descritas, até o momento (Silva et al, 2006). A espécie *Edessa meditabunda* (F.) (Figura 3.1), de ocorrência neotropical, é uma das praga da cultura da soja no Brasil (Corrêa-Ferreira & Panizzi, 1999; Lourenção et al., 1999; Souza, 2007).



Figura 3.1. Percevejo assa preta da soja *E. meditabunda*

Com produção de 68,7 milhões de toneladas e área plantada de 23,5 milhões de hectares na safra 2009/2010, a soja (*Glycine max*) é a cultura agrícola mais importante no Brasil (Conab, 2010). Considerando-se os elevados níveis populacionais que podem atingir, os percevejos pentatomídeos são as pragas mais importantes da cultura da soja (Laumann et al., 2006).

A soja, no Brasil, é atacada por um complexo de seis pentatomídeos, com diferentes graus de importância são eles: *Dichelops furcatus* (F.), *D. melacanthus* (Dallas), *E. meditabunda*, *Euschistus heros* (F.), *Nezara viridula* (L.) e *Piezodorus guildinii* (Westwood), sendo a espécie *E. meditabunda* uma praga secundária da soja no Brasil (Corrêa-Ferreira & Panizzi, 1999; Lourenção

et al., 1999; Souza, 2007; Zarbin et al., 2009). No entanto, no Mato Grosso do Sul os percevejos *E. meditabunda* e *E. heros* são os mais prevalentes, com maiores populações na soja (Souza, 2007). Um exemplo da necessidade de se gerar informações sobre a entomofauna de pentatomídeos associada a cultura da soja é a espécie *E. heros*, que evoluiu nas últimas décadas, passando de uma praga de caráter secundário, a um lugar de destaque quanto aos danos econômicos à cultura da soja (Panizzi & Rossi, 1991).

No Brasil, estima-se que mais de quatro milhões de litros de inseticida químicos são usados anualmente no controle dos pentatomídeos que atacam a soja (Corrêa-Ferreira & Moscardi, 1996). A crescente preocupação pública com o uso abusivo de inseticidas agrícolas e sua consequência para o meio ambiente e à saúde humana levaram ao desenvolvimento e adoção de manejo integrado de pragas (MIP), que integra métodos biológicos, químicos e agro-técnicos visando o controle de pragas, tentando equilibrar os custos e os benefícios para os produtores, sociedade e meio ambiente (Bergmann et al., 2009). Pentatomídeos fitófagos são pragas de uma multiplicidade de culturas e devem ser tratados com programas de manejo integrado (Mcpherson e Mcpherson, 2000).

O uso de feromônios está de acordo com o modelo preconizado para o manejo integrado de pragas (Trematerra, 2002), representando um dos principais componentes do manejo de pragas de base ecológica (Suckling, 2000). Entre o vasto leque de potenciais ferramentas disponíveis para o manejo integrado de pragas, semioquímicos e feromônios sexuais, em particular, figuram com destaque (McNeil, 1991). A utilização de métodos baseados em semioquímicos para controle de percevejos pentatomídeos seria uma abordagem ecologicamente mais benigna para o manejo desses percevejos (Borges et al., 2007).

Considerando os pentatomídeos que atacam a soja no Brasil, três possuem os feromônios sexuais identificados: *E. heros*, *N. viridula* e *P. guildinii*. O primeiro pentatomídeo considerado praga da soja no Brasil a ter o feromônio sexual identificado foi a espécie *N. viridula* no final da década de 80 (Aldrich et al., 1989). O segundo, no final da década de 90, foi *E. heros*, e o terceiro foi *P. guildinii*, sendo esses feromônios identificados no Brasil (Borges et al., 2007; Borges et al., 1998; Borges et al., 1999).

Os objetivos deste trabalho foram a coleta, a extração, a identificação da estrutura química dos compostos produzidos por machos da espécie *E. meditabunda*.

3.4. MATERIAIS E MÉTODOS

3.4.1. Criação de insetos

Uma colônia de *P. stictica* foi mantida em laboratório a partir de coletas realizadas em árvores de *Ligustrum lucidum* localizadas no campus da Universidade Federal do Paraná - UFPR (Curitiba, PR, Brasil) e na estação experimental da Embrapa – Soja (Londrina, PR, Brasil). Após a coleta os insetos foram mantidos em condições controladas ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR e 14h de luz) no Laboratório de Semioquímicos de insetos da UFPR. Adultos e ninfas foram confinados em gaiolas teladas com 35cm de altura, 20cm de largura e 20cm de profundidade e alimentados com dieta natural composta de amendoim cru (*Arachis hypogaea*), semente de soja (*Glycine max*), vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris*) e frutos de ligustro (*L. lucidum*) (Figura 3.2). As gaiolas foram limpas e o alimento renovado a cada três dias (Borges et al., 2007; Panizzi et al., 2007; Panizzi & Mourão, 1999; Panizzi et al., 1998).

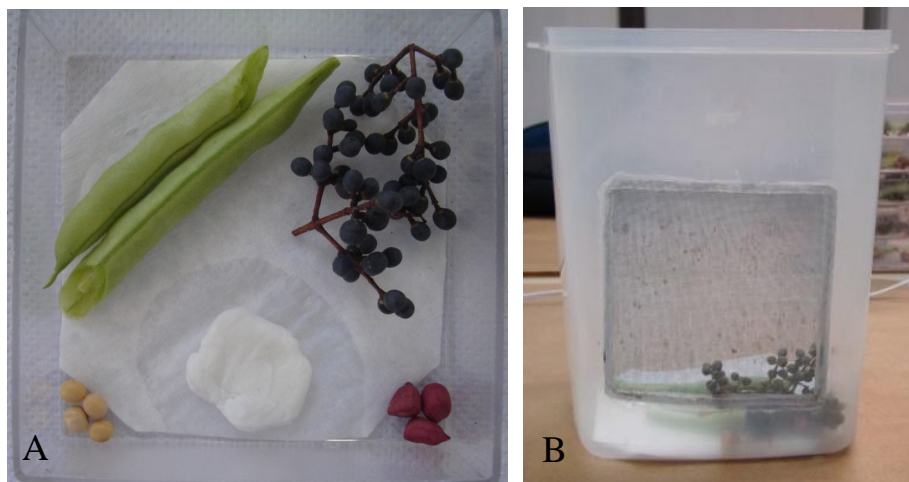


Figura 3.2. Alimentos ofertados (A) e gaiola utilizada (B) na manutenção em laboratório da colônia de *E. mediatubunda* visando estudos feromoniais

3.4.2. Coleta, extração e identificação dos compostos feromoniais

A metodologia de coleta, extração e isolamento de feromônio empregada está de acordo com Zarbin et al. (1999) e Zarbin et al. (2001). A coleta dos voláteis foi realizada por processo de aeração do tipo *headspace* dinâmico, utilizando-se duas câmaras de vidro de 33cm de comprimento por 3,5cm de diâmetro com aberturas nas extremidades, contendo oito insetos cada, sendo uma câmara somente com machos e outra com fêmeas (Figura 3.3). Todos os insetos foram sexados considerando a observação dos últimos tergitos abdominais (Figura 3.4). Os recipientes contendo os insetos foram submetidos a fluxo contínuo de ar de 1L/min previamente filtrado em câmara de carvão ativado e umidificado em coluna com água. Todos os voláteis produzidos eram carreados pelo fluxo de ar até uma coluna de 7,5 × 0,5 cm localizada em uma das extremidades da câmara de aeração. Os voláteis produzidos pelos insetos ficaram retidos nas colunas que continham aproximadamente 0,8g de polímero adsorvente (Super Q[®] 80/100 Mesh, Alltech Assoc., IL, USA), envolto por finas camadas de lã de vidro (Zarbin, 2001 Zarbin et al., 1999).

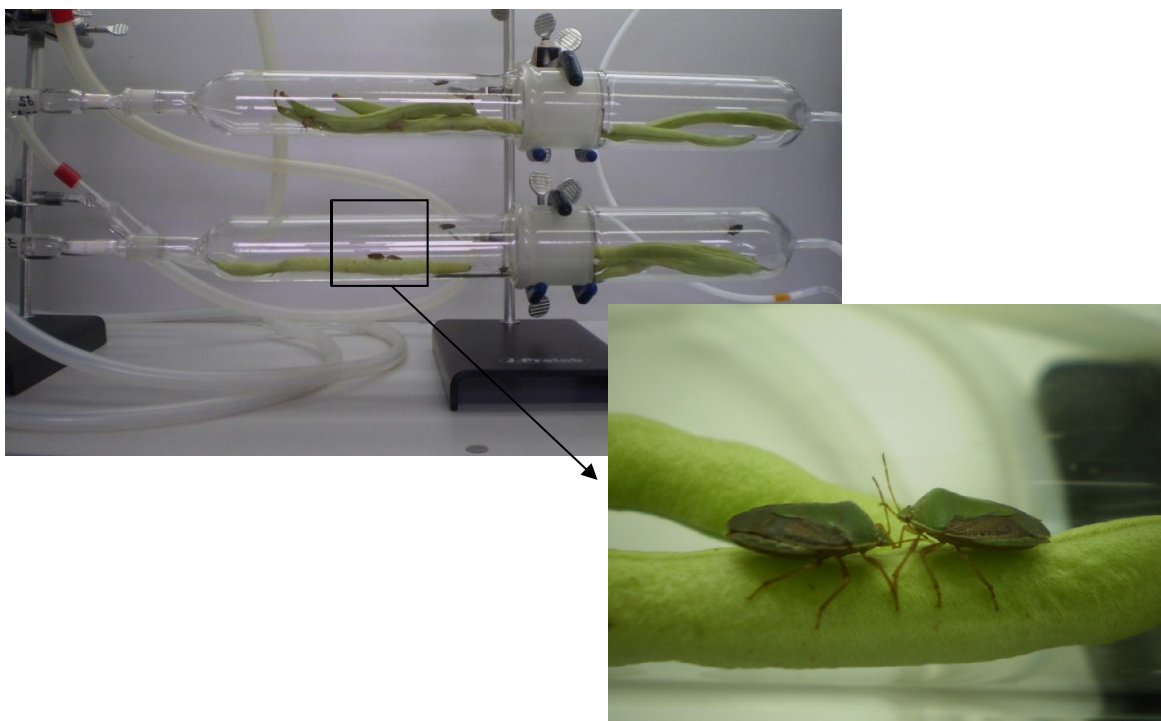


Figura 3.3. Sistema de aeração utilizado para coleta de voláteis produzidos por machos e fêmeas de *E. meditabunda*

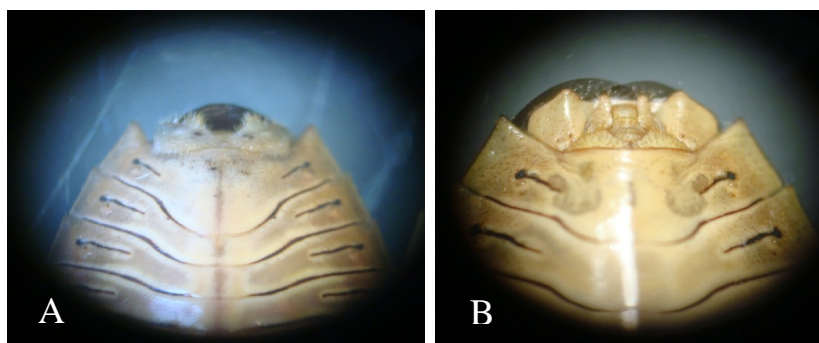


Figura 3.4. Aspecto dos últimos tergitos abdominais e componentes visíveis da genitália de machos (A) e fêmeas (B), utilizados como critério para sexagem de *E. meditabunda*

A extração dos voláteis adsorvidos nas colunas contendo o polímero ocorreu a cada 48h durante 20 dias. A dessorção foi realizada com o auxílio do solvente hexano e os voláteis, eluídos

em 2ml e concentrados, utilizando-se jato de ar (argônio), para 100µl. Após a concentração, os extratos foram identificados pela data de coleta, sexo, concentração e espécie e mantidos no *freezer* para posterior análise (Figura 3.5).

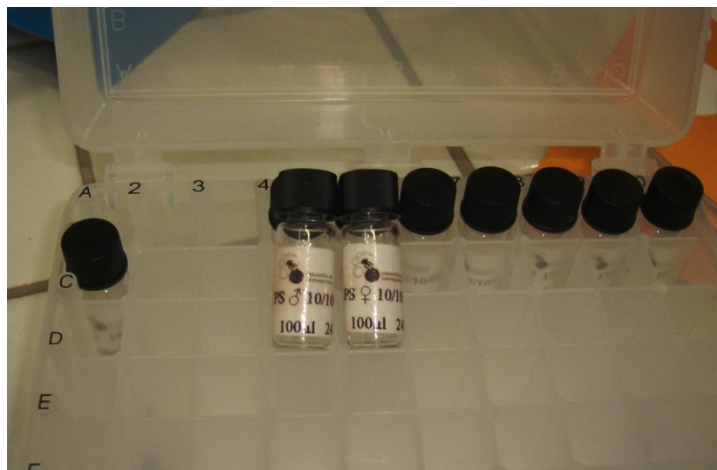


Figura 3.5. Fracos identificados contendo os voláteis de machos e fêmeas de *E. meditabunda*

diluídos em 100µl do solvente hexano

3.4.3. Análise dos compostos de machos e fêmeas de *E. meditabunda*

Após a coleta e extração dos voláteis ocorreram injeções de alíquotas de 1 µl das amostras em cromatógrafo a gás Shimadzu 2010 (CG) equipados com detector por ionização em chama (FID), controle de pressão eletrônico e operados no modo *splitless*, contendo coluna capilar DB-5 (0,25µm, Ø 0,25mm x 30m) (J & W Scientific, Folsom, Califórnia, EUA) com a seguinte rampa de temperatura: temperatura inicial de 100°C mantida por 1 min com aumento progressivo de 7°C/min até uma temperatura final de 270°C mantida durante 10 min. Adicionalmente os compostos foram também analisados em coluna Rtx-wax (0,25µm, Ø 0,25mm x 30m) (J & W Scientific, Folsom, Califórnia, EUA) com a seguinte programação de temperatura: temperatura inicial de 100°C mantida por 1 min com aumento progressivo de 7°C/min até uma temperatura

final de 270°C mantida durante 10 min. O índice de retenção de Kovats foi calculado nas duas colunas utilizando-se padrões de hidrocarboneto (C₁₂ – C₂₀) na concentração de 100 ppm.

3.4.4. Espectrometria de massa

Para gerar os espectros de massas dos compostos existentes nos extratos foram injetadas alíquotas de 1 µl dos extratos em cromatógrafo a gás acoplada ao espectrômetro de massas (CG-MS), modelo Shimadzu 2010, equipado com uma coluna capilar Rtx-5 (0,25µm, Ø 0,25mm x 30m) (J & W Scientific, Folsom, Califórnia, EUA) com ionização por impacto de elétrons (70 e V). O CG-MS foi operado em modo *splitless* (250°C), com programação de 100°C de temperatura inicial, mantida por 1 min, com aumento progressivo de 7°C/min até atingir uma temperatura final de 250°C que foi mantida durante 10 min.

3.4.5. Identificação da estrutura química e síntese dos compostos

Os compostos foram identificados por Paulo H. G. Zarbin do Laboratório de Semioquímicos – UFPR por meio dos respectivos padrões de fragmentação, tempo de retenção, comparações com a biblioteca NIST do espectrômetro, índice de Kovats e micro-derivatizações. A síntese racêmica do composto majoritário foi desenvolvida por Paulo H. G. Zarbin e Diogo M. Vidal do Laboratório de Semioquímicos – UFPR). Sendo este composto utilizado como padrão para co-injeção com o extrato natural para a confirmação da estrutura do composto.

3.4.6. Eletroantenografia de fêmeas (CG-EAD)

Para avaliar a biossensibilidade da antena de fêmeas de *E. meditabunda* aos voláteis produzidos por machos da espécie, foram injetadas alíquotas de 1 µl dos extratos de aeração de machos em GC (Shimadzu 2010) acoplado a um sistema de eletroantenografia (Syntech) (CG-EAD) (Figura 3.6). A extração das antenas seguiu o protocolo desenvolvido pela equipe do Laboratório de Semioquímicos – UFPR, que consiste em movimentar a antena lateralmente e de baixo pra cima juntamente com movimento tração até que ocorra o seu desacoplamento na base do escapo, é desejável também que juntamente com a antena seja retirado um pouco de tecido muscular interno da cabeça.

3.4.7. Dinâmica de emissão diária do feromônio sexual

Para levantamento da dinâmica de emissão diária do feromônio sexual foram realizadas coletas dos voláteis de dois grupos de sete machos cada através da técnica de aeração descrita no item 3.4.2. Sendo os voláteis foram extraídos a cada 12h, ou seja, no final da escotofase e da fotofase durante seis dias consecutivos. Também, foram realizadas coletas a cada 2h durante dois dias consecutivos dentro da fase do fotoperíodo de maior emissão de feromônio.

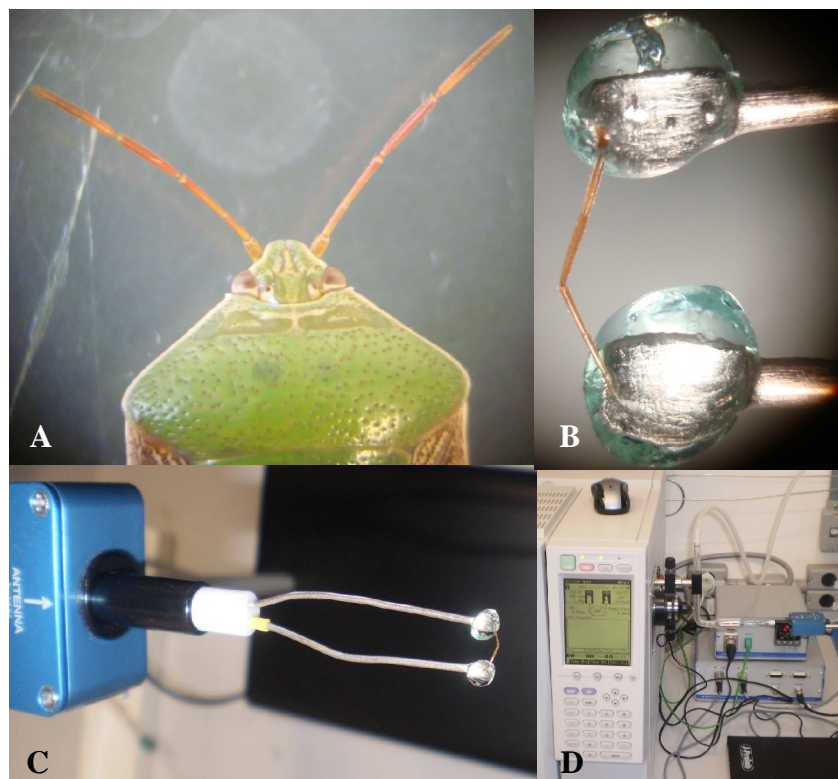


Figura 3.6. Eletroantenografia de fêmeas de *Edessa meditabunda*: antena (A), preparação da antena no eletrodo com gel (B), eletrodo com antena acoplado ao amplificador de sinal (C) e equipamento de eletroantenografia instalado em cromatógrafo a gás (D)

3.4.8. Bioensaio em olfatômetro

A resposta comportamental de adultos de *E. meditabunda* para extratos de machos e fêmeas foi verificada em olfatômetro de dupla escolha em Y, operado com fluxo de ar contínuo de 4 L/min, previamente umidificado, e filtrado com carvão ativado. O olfatômetro consistiu de um tubo de vidro de 4cm de diâmetro, com o tubo principal de 40cm de comprimento e dois braços menores de 20 cm cada (Figura 3.7). A fonte de odor foi um pedaço de papel filtro (aproximadamente 2 x 3cm) impregnado com 10µl (0,8 inseto equivalente) de extrato de macho, extrato de fêmea ou hexano (controle) que foi colocado na base de cada braço do olfatômetro. Um macho ou fêmea foi

introduzido na abertura do tubo principal do olfatômetro e seu comportamento foi observado durante 10 min. Foi considerada uma resposta positiva quando o inseto caminhou contra o fluxo de ar e tocou a fonte de odor colocada a 15 cm dentro de cada braço do olfatômetro. Nos bioensaios foram utilizados somente machos e fêmeas virgens e com mais de 10 dias de vida adulta, os insetos foram obtidos de ninfas de 5º ínstar separadas da criação.



Figura 3.7. Olfatômetro de dupla escolha em Y utilizados nos bioensaios

3.5. RESULTADOS

3.5.1. Comparação dos perfis cromatográficos de machos e fêmeas de *E. meditabunda*

Os perfis cromatográficos obtidos com extratos da aeração de machos e fêmeas de *E. meditabunda* evidenciaram a presença de dois compostos macho-específicos, sendo um minoritário com tempo de retenção de 18,3 min e outro majoritário com tempo de retenção de 19,7 min (Figura 3.8).

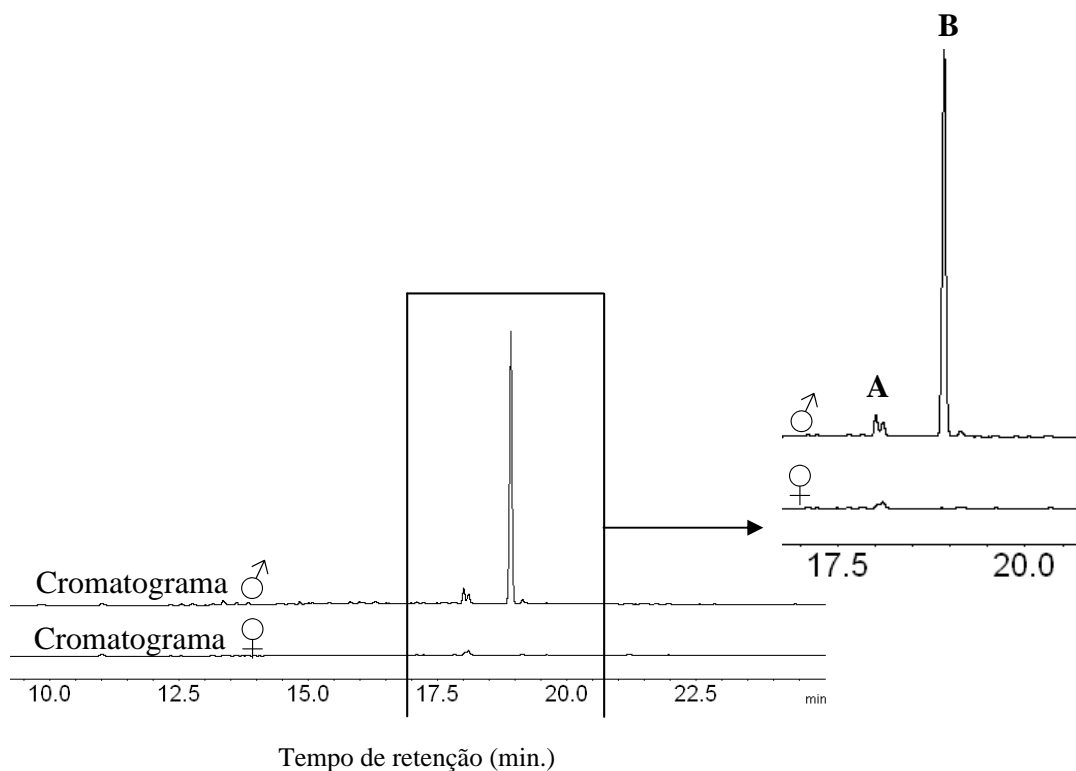


Figura 3.8. Perfil cromatográfico de machos e fêmeas de *E. meditabunda*. As letras A e B correspondem aos compostos minoritário e majoritário observados em cromatogramas somente de machos.

3.5.2. Índice de retenção de Kovats dos compostos macho-específicos em colunas Rtx-5 e Rtx-wax

O composto macho específico majoritário (B) apresentou um tempo de retenção (t_R) = 19,7 min e índice de retenção de Kovats (KI) = 1966 em coluna Rtx-5, e t_R = 19,7 min e KI = 1966 em coluna Rtx-wax. O composto macho específico minoritário (A) apresentou t_R = 18,3 min e KI = 1881 em coluna Rtx-5 e t_R = 18,3 min e KI = 1881 em coluna Rtx-wax.

3.5.3. Identificação da estrutura química dos compostos macho-específicos

Nas análises de CG-MS dos extratos de machos foram gerados os espectros de massas dos compostos: majoritário com íon molecular em 298 (Figura 3.9) e minoritário íon molecular em 284 (Figura 3.10).

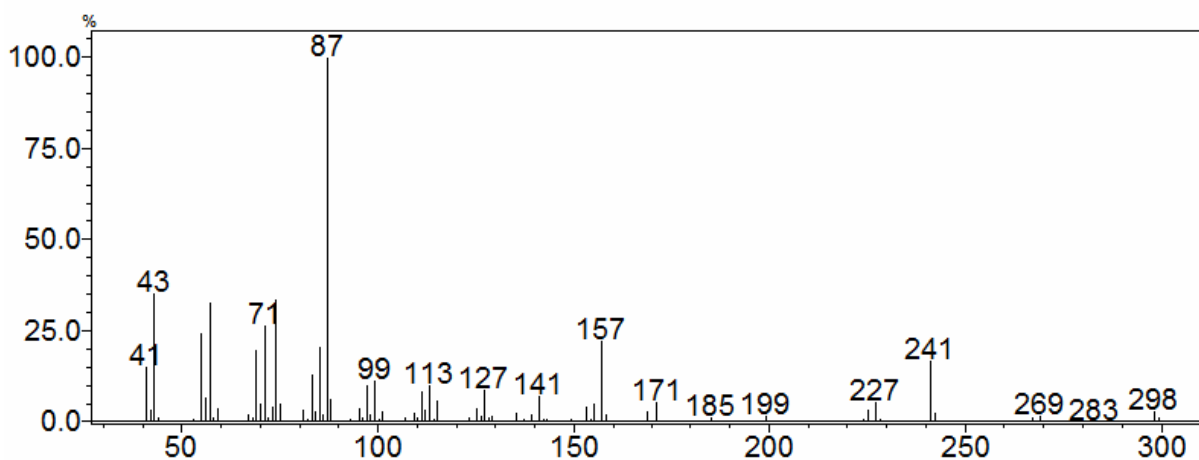


Figura 3.9. Espectro de massas do composto majoritário da mistura feromonal de *E.*

meditabunda

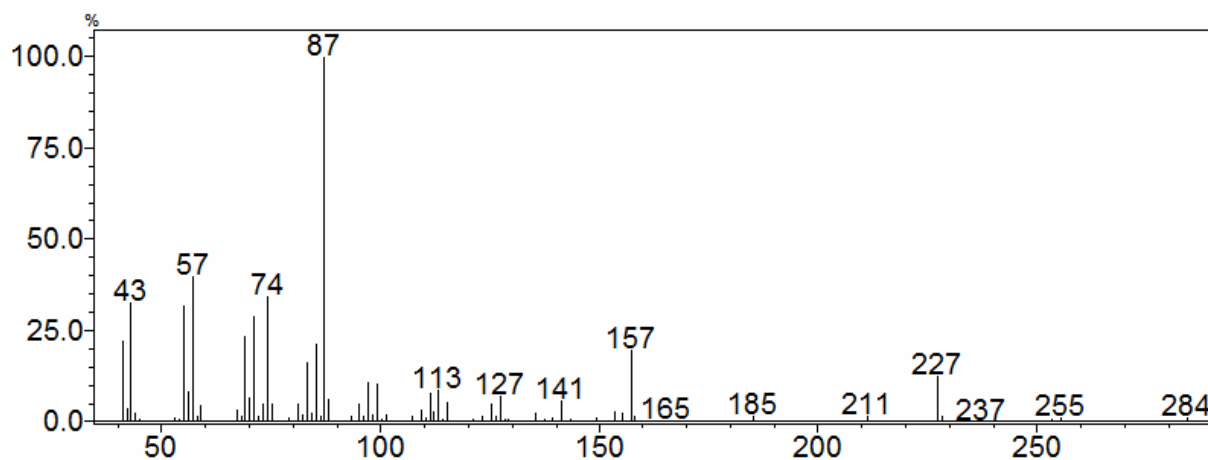


Figura 3.10. Espectro de massas do composto minoritário da mistura feromonal de *E.*

meditabunda

A identificação destes compostos se deveu principalmente ao pico base em m/z 87, que corresponde ao íon $[\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3]$, que caracteriza um éster metílico na posição 4 da cadeia

carbônica. A presença de outras possíveis ramificações na cadeia principal foi observada através do aumento da proporção de alguns fragmentos em relação aos anteriores, como os fragmentos em m/z 157 e m/z 241 do espectro de massas do composto majoritário, e em m/z 157 e m/z 277 do espectro de massas do composto minoritário. Para a determinação das ramificações, foram realizadas derivatizações com o extrato de aeração de machos para se obter os respectivos hidrocarbonetos e hidrocarbonetos deuterados, onde foi possível determinar as ramificações como sendo grupos metílicos nas posições 4, 8 e 12 da cadeia principal, para os dois compostos. Também, foram realizadas outras derivatizações como a redução do éster para o álcool e sililação, o que permitiu propor as estruturas como sendo 4,8,12-trimetil pentadecanoato de metila (Figura 3.11) e 4,8,12-trimetil tetradecanoato de metila (Figura 3.12), respectivamente, para os compostos majoritário e minoritário da mistura feromonal.

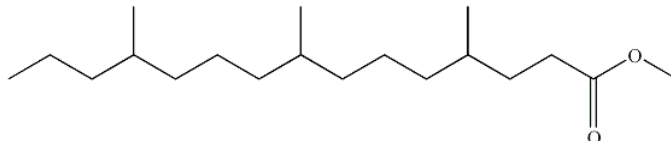


Figura 3.11. Estrutura química proposta para o composto majoritário (4,8,12-trimetil pentadecanoato de metila) da mistura feromonal

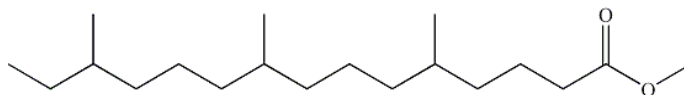


Figura 3.12. Estrutura química proposta para o composto minoritário (4,8,12-trimetil tetradecanoato de metila) da mistura feromonal

3.5.4. Verificação da atratividade dos compostos macho-específicos

Através da análise eletroantenográfica foi possível observar a resposta da antena de fêmeas de *E. meditabunda* ao composto 4,8,12-trimetil pentadecanoato de metila presente em extratos de machos. A resposta da antena ao estímulo do composto presente no extrato é apresentada na Figura 3.13.

As respostas de machos e fêmeas de *E. meditabunda* em olfatômetro em Y, quando estimulados com diferentes fontes de odor, são mostradas na Tabela 3.1. As fêmeas foram atraídas com maior intensidade pelos compostos presentes no extrato de machos e com menor intensidade pelos compostos presentes em extrato de fêmeas. Por outro lado, os machos não foram atraídos pelos compostos presentes nos extratos de machos e com menor intensidade pelos extratos das fêmeas.

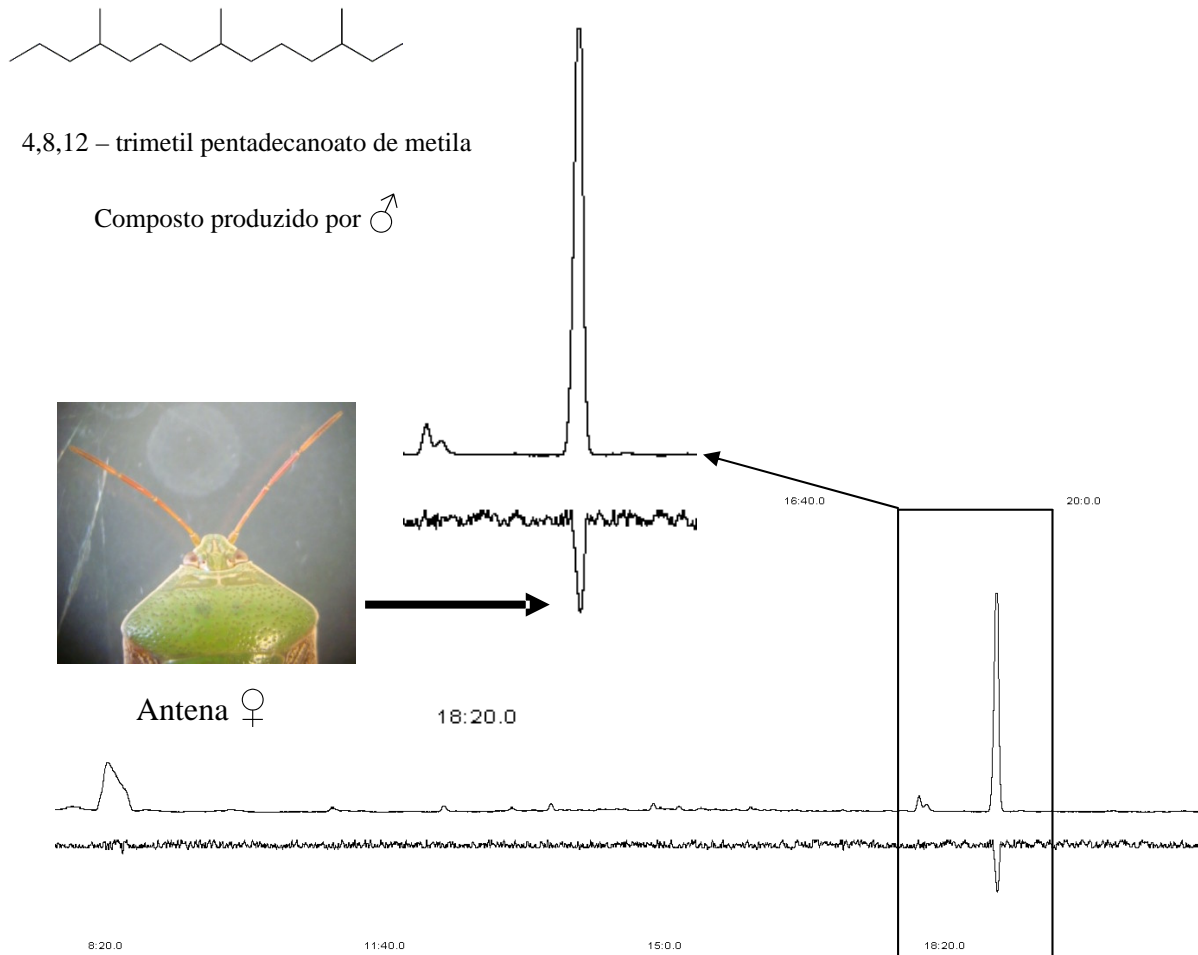


Figura 3.13. Resposta eletroantenográfica de fêmeas de *E. meditabunda* ao composto 4,8,12-trimetil pentadecanoato de metila presente nos extratos de machos

Tabela 3.1. Respostas de machos e fêmeas de *E. meditabunda* para compostos presentes em extratos de ambos os sexos em olfatômetro em Y.

Fonte de odor	Sexo	N	Resposta	Resposta (%)		P
				Positiva	Negativa	
extrato de ♂ vs. Hexano (10 µl)	♀	21	13	62*	38	<0,05
	♂	10	3	30	70**	<0,01
extrato de ♀ vs. Hexano (10 µl)	♀	10	2	20	80**	<0,01
	♂	10	0	0	100**	<0,01

* Diferença estatística significativa (<0,05), teste Binomial

**Diferença estatística altamente significativa (<0,01), teste Binomial

3.5.5. Dinâmica de emissão do feromônio sexual durante o fotoperíodo

A produção diária do composto majoritário macho-específico 4,8,12- trimetil pentadecanoato de metila foi marcadamente dependente da presença luz. Durante as 12 horas da fotofase ocorreu, em média, 71% da produção diária do composto (ANOVA + Teste de Tukey, $P < 0,01$, $P = 0,005$) (Figura 3.14). No entanto, praticamente não houve diferença entre as médias de produção do composto durante os seis intervalos de 2h da fotofase avaliados (ANOVA + Teste de Tukey, $P < 0,05$). Apenas o primeiro período, compreendido entre as 6-8h da manhã foi estatisticamente diferente dos demais (Figura 3.15).

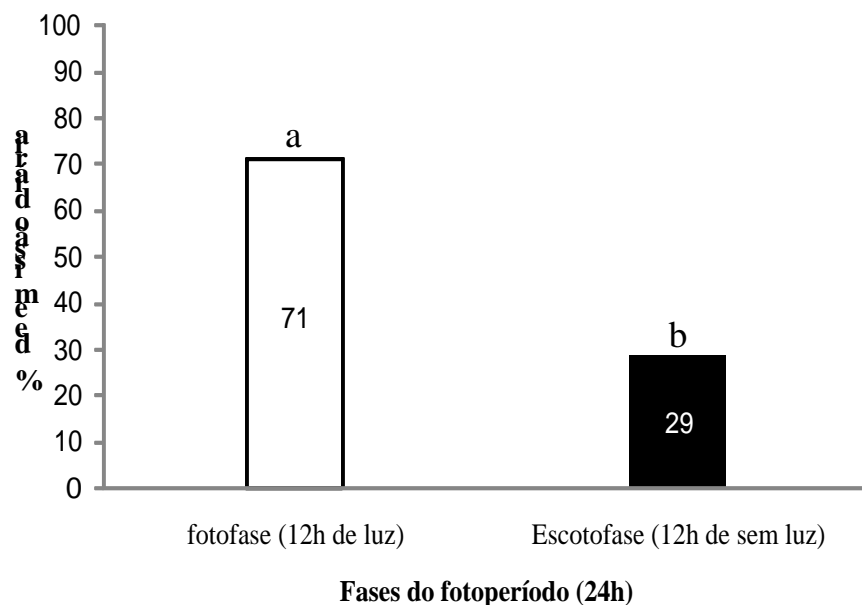


Figura 3.14. Porcentagem de emissão do composto majoritário presente em extrato de machos de *E. meditabunda* na fotofase (n = 6) e na escotofase (n = 8). Colunas seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Anova + Tukey, $P < 0,05$)

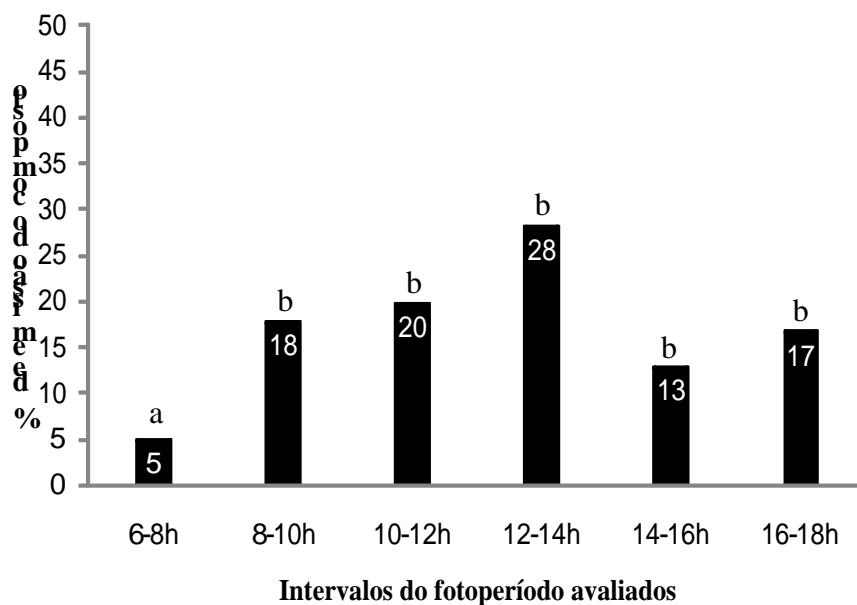


Figura 3.15. Porcentagem de emissão do composto majoritário presente em extrato de machos de *E. meditabunda* durante os seis intervalos de tempo da fotofase avaliados (n = 4). Colunas seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Anova + Tukey, $P < 0,05$)

3.5.6. Síntese do composto majoritário

Para confirmação da estrutura proposta para o composto majoritário presente em extratos de *E. meditabunda* foi realizada a síntese racêmica deste composto. Na comparação dos cromatogramas do extrato natural e do extrato com o composto sintético observa-se que os compostos apresentaram tempos de retenção iguais e de 19,7 min (Figura 3.16). O composto sintético também foi analisado em diferentes colunas, em coluna Rtx-5 e Rt-wax apresentou índice de retenção de Kovats (KI) = 1966, Confirmando tratar-se do composto 4,8,12-trimetil pentadecanoato de metila sintético. A resposta da antena ao estímulo do composto é apresentada na figura 3.17.

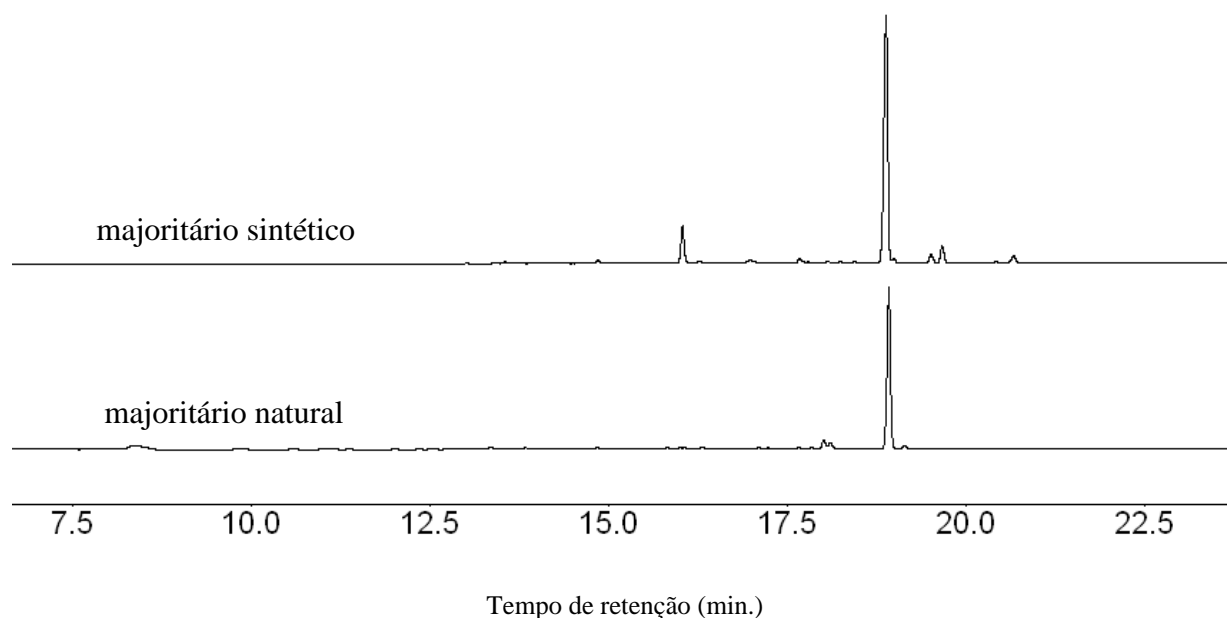


Figura 3.16. Sobreposição dos cromatogramas obtidos de extratos com os compostos natural e o sintético

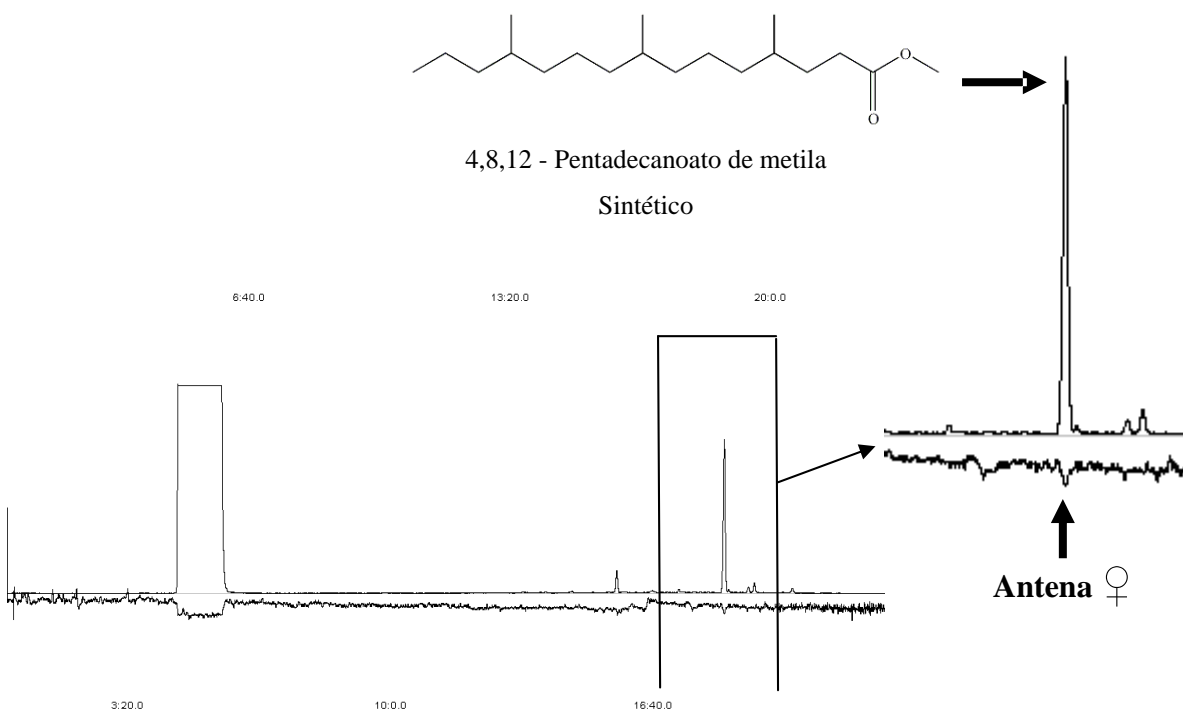


Figura 3.17. Resposta eletroantenográfica de fêmeas de *E. mediatubunda* ao composto 4,8,12 – trimetil pentadecanoato de metila sintético

3.6. DISCUSSÃO

A atividade biológica do composto macho-específico majoritário foi constatada através da resposta elétrica da antena da fêmea observada na análise eletroantenográfica (EAD). Os resultados obtidos no bioensaio com olfatômetro de dupla escolha, em que fêmeas foram atraídas somente quando a fonte de odor foi extrato de machos, corrobora para confirmar a atratividade do sexo oposto exercida pelos compostos macho-específicos.

A estrutura química proposta para o composto majoritário macho-específico foi confirmada através da síntese racêmica do éster 2,4,12- trimetil-pentadecanoato de metila. Estudos

em Heteroptera indicam que seus feromônios sexuais são misturas de produtos químicos voláteis, principalmente ésteres, terpenos e alcoóis (Milkas et al., 2000).

Os voláteis macho-específicos de *E. meditabunda* não são produzido por nenhuma outra espécie da família. Contudo, as espécies *Euschistus heros* (F.), *E. obscurus* (Palisot) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) produzem dois compostos com estruturas semelhantes aos que são produzidos por *E. meditabunda*, são eles os ésteres 2,6,10-trimetil tridecanoato de metila e 2,6,10-trimetil dodecanoato de metila (Aldrich et al., 1991; Aldrich et al., 1994; Borges et al., 1998; Borges et al., 2007).

Pentatomidae é um grupo que demonstra padrão estrutural dos compostos feromonais somente ao nível de gênero (Moraes et al., 2008). Como pode ser observado fortemente nos gêneros *Chinavia* (Aldrich et al., 1989; Moraes et al., 2008), *Chlorochroa* (Ho e Millar, 2001a; Ho e Millar, 2001b), *Podisus* (Aldrich et al., 1978; Aldrich et al., 1986) e *Euschistus*, que é o gênero com a maior quantidade de espécies com compostos feromonais identificados, sete espécies no total, e todas produzem o éster 2*E*,4*Z*-decadienoato de metila (Aldrich et al., 1991; Borges e Aldrich, 1994; Borges et al., 1998; Krupke et al., 2001). O gênero *Edessa* com cerca de 260 espécies descritas é o maior dentro de Pentatomidae (Silva et al., 2006), no entanto, apenas a espécie *E. meditabunda* foi estudada no âmbito da pesquisa com semioquímicos, o que impede a verificação de um padrão estrutural dos feromônios para o gênero.

A inclusão do feromônio de *E. meditabunda* ao conjunto de dados disponíveis sobre voláteis de pentatomídeos que atacam a soja no Brasil contribui para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis de controle destes percevejos. Um mapeamento global dos feromônios sexuais para os complexos de pentatomídeos economicamente importantes seria útil para o controle biológico e programas de MIP (Borges e Aldrich, 1994). O desenvolvimento de misturas

feromonais é uma alternativa promissora para utilização no manejo fitossanitário de percevejos da soja no Brasil.

3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agudelo, J. G., Cardona, M. A., Pinto, I. 2008. Ciclo de vida de *Euschistus rufimanus* (Stall) (Hemiptera : Pentatomidae) plaga del maíz en los Llanos Orientales de Colombia. Revista Corpoica, v.9, p.56-60.

Aldrich, J. R. 1988. Chemical ecology of the Heteroptera. Annu. Rev. Entomol., v.33, p.211-238.

Aldrich, J. R., Blum, M. S., Lloyd, H. A., Fales, H. M. 1978. Pentatomid natural products: chemistry and morphology of the III-IV dorsal abdominal glands of adults. J. Chem. Ecol., v.4, p.161-172.

Aldrich, J. R., Hoffmann, M. P., Kochansky, J. P., Lusby, W. R., Eger, J. E., Payne, J. A. 1991. Identification and attractiveness of a major pheromone component for nearctic *Euschistus* spp. stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). Environ. Entomol., v.20, p.477-483.

Aldrich, J. R., Lusby, W. R., Kochansky, J. P. 1986. Identification of a new predaceous stink bug pheromone and its attractiveness to the eastern yellowjacket. Experientia, v.42, p.583-585.

Aldrich, J. R., Lusby, W. R., Marron, B. E., Nicolaou, K. C., Hoffmann, M. P., Wilson, L. T. 1989. Pheromone blends of green stink bugs and possible parasitoid selection. Naturwissenschaften, v.76, p.173-175.

Bergmann, J., González, A., Zarbin, P. H. G. 2009. Insect Pheromone Research in South America. J. Braz. Chem. Soc., v.20, p.1206-1219

Borges, M., Aldrich, J. R. 1994. Attractant pheromone for nearctic stink bug, *Euschistus obscurus* (heteroptera: pentatomidae): insight into a neotropical relative. J. of Chem. Ecology, v.20, p.1095-1102.

Borges, M., Millar, J. G., Laumann, R. A., Moraes, M. C. B. 2007. A male-produced sex pheromone from the neotropical redbanded stink bug, *Piezodorus guildinii*. J. Chem. Ecol., v.33, p.1235.

Borges, M., Mori, K., Costa, M. L. M., Sujii, E. R. 1998. Behavioural evidence of methyl-2,6,10-trimethyltridecanoate as a sex pheromone of *Euschistus heros* (Het., Pentatomidae). J. Appl. Entomol., v.122, p.335-338.

Borges, M., Zarbin, P. H. G., Ferreira, J. T. B., Costa, M. L. M. 1999. Pheromone sharing: blends based on the same compounds for *Euschistus heros* and *Piezodorus guildinii*. J. Chem. Ecol., v.25, p.629-634.

CONAB. 2010. Série Histórica - Soja. Disponível em: www.conab.gov.br

Corrêa-Ferreira, B. S., Moscardi, F. 1996. Biological control of soybean stink bugs by inoculative releases of *Trissolcus basal*. Entomol. Exp. Appl., v.79, p.1-7.

Corrêa-Ferreira, B. S., Panizzi, A. R. 1999. Percevejos da soja e seu manejo. EMBRAPA CNPSo. Circular técnica 24. Londrina-Paraná. 45 p.

Fernandes, A. P. 2003. Análise comparativa da espermiogênese normal e diapáusicas em percevejos fitófagos (Hemiptera, Pentatomidae) - Revisão. Universitas Ciências da Saúde, v.1, p. 87-95.

Ho, H.-Y., Millar, J. G. 2001a. Identification and synthesis of a male-produced sex pheromone from the stink bug *Chlorochroa sayi*. J. Chem. Ecol., v.27, p.1177-1201.

Ho, H.-Y., Millar, J. G. 2001b. Identification and synthesis of male-produced sex pheromone components of the stink bugs *Chlorochroa ligata* and *Chlorochroa uhleri*. J. Chem. Ecol., v.27, p.2067-2095.

Krupke, C. H., Brunner, J. F., Doerr, M. D., Kahn, A. D. 2001. Field Attraction of the Stink Bug *Euschistus conspersus* (Hemiptera: Pentatomidae) to Synthetic Pheromone-Baited Host Plants. J. Econ. Entomol., v.94, p.1500-1505.

Laumann, R. A., Aquino, M. F. S., Motta, L. d. S. M., Santos, H. M., Moraes, M. C. B., Borges, M. 2006. Parâmetros biológicos de populações de *Chinavia ubica* e *Chinavia impicticornis* (Hemiptera: Pentatomidae) do Distrito Federal. Brasília – DF: EMBRAPA-CENARGEN. Comunicado Técnico 150. 11 p.

Lourenção, A. L., Perreira, J. C. V. N. A., Miranda, M. A. C. D., Ambrosano, G. 1999. Danos de Percevejos e de Lagartas em Cultivares e Linhagens de Soja de Ciclos Médio e Semi-Tardio. An. Soc. Entomol. Brasil, v.28, p.157-167.

McNeil, J. N. 1991. Behavioral Ecology of Pheromone-Mediated Communication in Moths and its Importance in the use of Pheromone Traps. *Ann. Review of Entomology*, v.36, p.407-430.

McPherson, J. E., McPherson, R. M. 2000. Stink bugs of economic importance in America north of Mexico. CRC Press. 252 p.

Milkas, N., Renou, M., Malosse, I., Malosse, C. 2000. Repeatability of pheromone blend composition in individual males of the southern stink bug, *Nezara viridula*. *J. Chem. Ecol.*, v.26, p.2473–2485.

Moraes, M. C. B., Pareja, M., Laumann, R. A., Borges, M. 2008. The Chemical Volatiles (Semiochemicals) Produced by Neotropical Stink Bugs (Hemiptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology*, v.37. p.489-505.

Panizzi, A. R., Duo, L. J. S., Bortolato, N. M., Siqueira, F. 2007. Nymph developmental time and survivorship, adult longevity, reproduction and body weight of *Dichelops melacanthus* (Dallas) feeding on natural and artificial diets. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.51, p.484-488.

Panizzi, A. R., Mourão, A. P. M. 1999. Mating, Ovipositional Rhythm and Fecundity of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) Fed on Privet, *Ligustrum lucidum* Thunb., and on Soybean, *Glycine max* (L.) Merrill Fruits. *An. Soc. Entomol. Bras.*, v.28, p.35-40.

Panizzi, A. R., Mourão, A. P. M., Oliveira, E. D. M. 1998. Nymph and Adult Biology and Seasonal Abundance of *Loxa deducta* (Walker) on Privet, *Ligustrum lucidum*. *An. Soc. Entomol. Bras.*, v.27, p.199-206.

Panizzi, A. R., Rossi, C. E. 1991. The role of *Acanthospermum hispidum* in the Phenology of *Euschistus heros* and of *Nezara viridula*. *Entomol. Exp. Appl.*, v.59, p.67-74.

Schowalter, T. D. 2006. Insect ecology: an ecosystem approach. San Diego, California, USA: Elsevier. 471 p.

Silva, E. J. E., Fernandes, J. A. M., Grazia, J. 2006. Caracterização do grupo *Edessa rufomarginata* e descrição de sete novas espécies (Heteroptera, Pentatomidae, Edessinae). *Iheringia, Sér. Zool.*, p.345-362.

Souza, B. H. S. 2007. Ocorrência de pragas e inimigos naturais ao longo do ciclo da cultura de soja transgênica. Pelotas – RS. Grupo Cultivar de Publicações. Disponível em: www.grupocultivar.com.br/arquivos/pragas.

Suckling, D. M. 2000. Issues affecting the use of Pheromones and Other Semiochemicals in orchards. Crop protection. V.19. p.677-683.

Trematerra, P. 2002. Pheromones and Integrated Pest Management in stored products. IOBC Bulletin. v.25, p.9-14.

Zarbin, P. H. G. 2001. Extração, Isolamento e identificação de substâncias voláteis de insetos. In: Vilela, E. F., Lucia, T. M. C. D. (Eds.), Feromônios de insetos - biologia, química e emprego no manejo de pragas. Riberão Preto-São Paulo-Brasil: Holos. p.45-50.

Zarbin, P. H. G., Ferreira, J. T. B., Leal, W. S. 1999. Metodologias gerais empregadas no isolamento e identificação estrutural de feromônios de insetos. Quím. Nova, v.22, p.262-268.

Zarbin, P. H. G., Rodrigues, M. A. C. M., & Lima, E. R. 2009. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. Quim. Nova, v.32, p.722-731.

4. EVIDÊNCIA DO FEROMÔNIO SEXUAL DO MACHO DO PERCEVEJO DO TOMATE, *Phthia picta* (Drury) (HETEROPTERA, COREIDEAE)

4.1. RESUMO

A espécie *Phthia picta* (Drury) faz parte de um complexo de percevejos que ataca a cultura do tomate no Brasil. Insetos mantidos em laboratório ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR e 14h de luz) foram utilizados para a coleta de voláteis através do processo de aeração, utilizando-se duas câmaras de vidro contendo oito insetos cada, machos e fêmeas separadamente. Os insetos foram submetidos a fluxo contínuo de ar filtrado e umidificado. Todos os voláteis produzidos foram carregados até uma coluna contendo polímero adsorvente e lã de vidro. A cada 48h as colunas foram lavadas com solvente e a amostra concentrada para 100 μl (extrato). Alíquotas de 1 μl dos extratos foram injetadas em cromatógrafo a gás (CG) e cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas (CG-MS). Também foram realizados testes de eletroantenografia (CG-EAD) e bioensaio em olfatômetro. Paralelamente foi realizada a dissecação do inseto para investigação da glândula produtora de feromônio. Na comparação dos perfis cromatográficos dos extratos de machos e fêmeas foi observada a presença de um composto macho-específico em grande quantidade, cuja estrutura proposta foi 5,9-dimetil docosano. Os testes de CG-EAD confirmam a detecção do composto pela antena da fêmea. Os testes de bioensaio em olfatômetro também demonstraram a atratividade das fêmeas pelos extratos de machos. Foi identificado que o inseto produz o composto na glândula lateral da glândula metatorácica. A identificação do feromônio da espécie amplia a possibilidade de desenvolvimento de um manejo racional de pragas na cultura do tomate, uma das campeãs em resíduo de agrotóxico no Brasil.

Palavras-chave: Voláteis de percevejos, acasalamento, glândula de feromônio.

4.2. ABSTRACT

The species *Phthia picta* (Drury) is part of a complex of stink bugs that attack the tomato crop in Brazil. Insects kept in the laboratory (25 ± 1 ° C, $65 \pm 5\%$ RH and 14h light) were used to collect volatile through the aeration process, using two glass chambers each containing eight insects, males and females separately . The insects were subjected to continuous flow of filtered and humidified air. All volatiles produced were carried up to a column containing adsorbent polymer and glass wool. Every 48h, the columns were cleaned with solvent and the sample concentrated to 100µl (extract). 1µl aliquots of the extracts were injected into a gas chromatograph (GC) and gas chromatograph coupled to mass spectrometry (GC-MS). Tests were also made Electroantennographic (GC-EAD) and olfactometer bioassay. It was carried out the dissection of insect research for the pheromone-producing gland. Comparing the chromatographic profiles of extracts from males and females was observed the presence of a male-specific compound in large quantities, whose structure was proposed 5.9-dimethyl docosane. The GC-EAD tests confirm the detection of the compound by the antenna of the female. The olfactometer bioassay tests also demonstrated the attractiveness of females to males by the extracts. It was identified that the insect produces the compound in the gland lateral metathoracic scent gland. The identification of the pheromone of the species enhances the possibility of developing a rational management of pests in tomato, a champion of pesticide residue in Brazil.

Keywords: Volatile bugs, mating, pheromone gland.

4.3. INTRODUÇÃO

O gênero *Phthia* é o único da tribo *Leptoscelini* de interesse econômico, tendo como principal representante a espécie *Phthia picta* (Drury) (Lima, 1939), que ocorre na Califórnia, Texas, Flórida, Antilhas, México, América do Sul e Caribe (Schuh et al., 1995; Silva & Carvalho, 2001). *P. picta*, o percevejo do tomateiro (Figura 4.1), é um dos coreídeos mais freqüentemente encontrados em todo o Brasil, tendo como plantas hospedeiras diversas espécies de solanáceas e cucurbitáceas (Silva et al., 2003). A espécie é considerada uma importante praga da cultura do tomateiro estaqueado no Brasil (Silva & Carvalho, 2001). No tomateiro, ninfas e adultos alimentam-se tanto nas folhas quanto nos frutos (Silva & Carvalho, 2002). Durante o processo de alimentação, os insetos efetuam punções nos frutos que se tornam mais suscetíveis a fungos que causam a sua deterioração (Silva et al., 2001).



Figura 4.1. Adulto da espécie *P. picta*

Até o momento, pesquisas com a espécie *P. picta* estão restritas a aspectos biológicos em diferentes condições ambientais e nutricionais, além de avaliações de cultivares resistentes de

tomate ao seu ataque (Serantes, 1978; Silva & Carvalho, 2001; Silva et al., 2001; Silva & Carvalho, 2002; Silva et al., 2003; Melo et al., 2009).

No que concerne a pesquisa com semioquímicos foram estudadas ao todo 40 espécies de coreídeos e identificados 44 compostos sendo produzidos por estes percevejos para comunicação química (El-Sayed, 2010). No Brasil, *Corecoris dentiventris* (Berg), *C. fuscus* (Thunberg), *Diactor bilineatus* (F.), *Holymenia clavigera* (Herbst), *Leptoglossus gonagra* (F.), *L. zonatus* (Dallas), *L. stigma* (Herb), *Lybindus dichrous* (Stall) e *P. picta* são as espécies consideradas pragas agrícolas (Zarbin et al., 2009). Entretanto, dentre estas espécies apenas *L. gonagra* teve feromônio sexual identificado (Aldrich et al., 1979). Até o momento, dez coreídeos tiveram o feromônio sexual identificado, deste total, sete espécies produzem o feromônio na glândula ventral abdominal (Aldrich et al., 1979).

Nas últimas décadas tem sido crescente a preocupação com o uso de pesticidas no controle de praga agrícolas, o que levou ao desenvolvimento do manejo integrado de pragas (MIP) (Bergmann et al., 2009). Entre o vasto leque de potenciais ferramentas disponíveis para o MIP, semioquímicos, e feromônios sexuais, em particular, figuram com destaque (McNeil, 1991; Suckling, 2000; Trematerra, 2002). A identificação do feromônio sexual de *P. picta* amplia as possibilidades do desenvolvimento de um MIP para a cultura do Tomate no Brasil, um dos alimentos com mais resíduo de pesticida no país. Segundo dados da agência federal de vigilância sanitária (Anvisa), o tomate, em 2007, foi o campeão em resíduos entre todos os alimentos monitorados (ANVISA, 2009).

Os objetivos deste trabalho foram a coleta e identificação de voláteis produzidos por machos da espécie, assim como, a localização da glândula produtora do feromônio sexual.

4.4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.4.1. Criação de insetos

Os insetos utilizados neste trabalho foram obtidos de uma colônia de laboratório iniciada a partir de coletas realizadas em maio de 2010 em cultivos de tomate orgânico no município de Uraí, Paraná, Brasil (Figura 4.2) e em plantas de joá bravo (*Solanum aculeatissimum*) na fazenda da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Soja) – Londrina, Paraná, Brasil. Após a coleta os insetos foram mantidos em condições controladas ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR e 14h de luz) no Laboratório de Semioquímicos de insetos da UFPR - Curitiba, Paraná, Brasil. Adultos e ninfas (Figura 4.3) foram confinados em gaiolas teladas com 35 cm de altura, 20cm de largura e 20cm de profundidade e alimentados com dieta natural composta exclusivamente de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedade *sweet grape* orgânico. As gaiolas foram limpas e o alimento renovado a cada três dias (Silva & Carvalho, 2001).



Figura 4.2. Local de coleta de *P. picta*, cultivo orgânico protegido de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedade *sweet grape* em Uraí – Paraná



Figura 4.3. Aspecto das ninfas de *P. picta* da colônia mantida em laboratório

4.4.2. Coleta de voláteis

A metodologia de coleta e extração de feromônio empregada neste experimento está de acordo com Zarbin et al. (1999) e Zarbin et al. (2001). A coleta dos voláteis foi realizada por processo de aeração do tipo *headspace* dinâmico, utilizando-se duas câmaras de vidro de 35cm de altura e 8cm de diâmetro, com aberturas para circulação de fluxo de ar (Figura 4.4). O sistema de coleta de voláteis foi constituído de duas câmaras de aeração e dois grupos de oito insetos da espécie *P. picta*, sendo uma câmara somente com machos e outra somente com fêmeas. Os recipientes contendo os insetos foram submetidos a fluxo contínuo de ar de 1L/min previamente filtrado em coluna de carvão ativado e umidificado em coluna com água. Todos os voláteis produzidos eram carregados pelo fluxo de ar até uma coluna de $7,5 \times 0,5$ cm localizada na parte superior da câmara de aeração. Os voláteis produzidos pelos insetos ficaram adsorvidos nas colunas que continham aproximadamente 0,8g de polímero adsorvente (Super Q® 80/100 Mesh, Alltech Assoc., IL, USA), envolto por finas camadas de lã de vidro. As aerações ocorreram durante 20 dias consecutivos, com limpeza a cada quatro dias e substituição de insetos mortos.

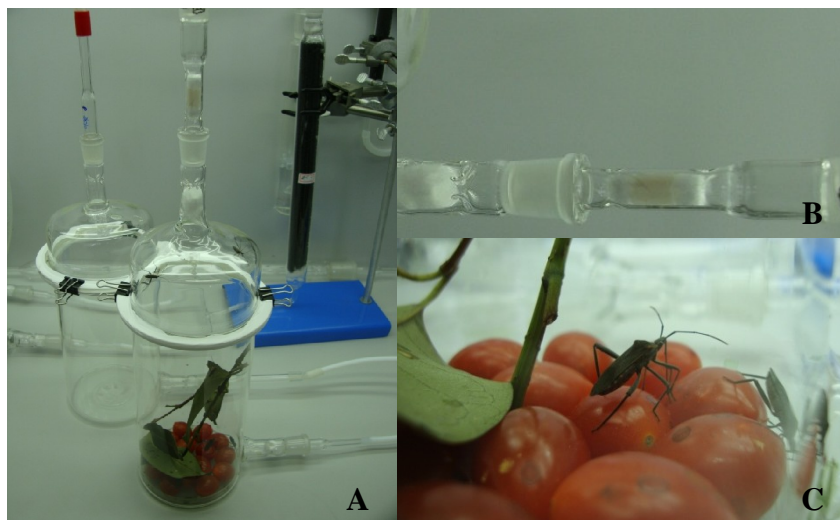


Figura 4.4. Sistema de aeração utilizado para coleta de voláteis produzidos por machos e fêmeas de *P. picta*: aspecto das câmaras de aeração (A), coluna com polímero utilizada para captura (adsorção) de voláteis (B) e insetos no interior das câmaras de aeração (C)

A dessorção dos voláteis retidos no polímero ocorreu a cada 48h, realizada com o auxílio do solvente hexano, e os voláteis eluídos em 2ml, em seguida concentrados, utilizando-se jato de ar argônio, para 100µl. Após a concentração, os extratos foram identificados pela data e sexo e mantidos em freezer para posterior análise.

4.4.3. Comparação dos perfiz cromatográficos de machos e fêmeas de *P.picta*

Após a coleta e extração dos voláteis ocorreram injeções de alíquotas de 1µl dos extratos em cromatógrafo a gás Shimadzu 2010 (CG) equipados com detector por ionização em chama (FID), controle de pressão eletrônico e operados no modo *splitless*, contendo coluna capilar Rtx-5 (0,25µm, Ø 0,25mm x 30m) (J & W Scientific, Folsom, Califórnia, EUA) com a programação semelhante a utilizada para a comparação dos perfiz cromatográficos (item 4.4.2.).

4.4.4. Eletroantenografia de fêmeas

Para avaliar a resposta da antena de fêmeas de *P. picta* aos voláteis produzidos por machos da espécie foram utilizados extratos de aeração e de glândulas laterais, que foram injetados em cromatógrafo a gás Shimadzu 2010 acoplado a um sistema de eletroantenografia modelo Syntech EC-03-300 (CG-EAD). Foram injetadas alíquotas de 1µl dos extratos em cromatógrafo equipado com coluna capilar Rtx-5 (0,25µm, Ø 0,25mm x 30m) (J & W Scientific, Folsom, Califórnia, EUA) com a seguinte programação: temperatura inicial de 100°C mantida por 1 min com aumento progressivo de 7°C/min até uma temperatura final de 270°C mantida durante 10 min. Os resultados foram registrados e analisados através do *Software* Syntech Auto Spike

4.4.5. Extração da glândula produtora do feromônio sexual

A dissecação de *P. picta* para localização de glândulas exócrinas e tegumentares, visando à investigação da glândula produtora do feromônio sexual, seguiu os seguintes procedimentos: 1º) Retirada de asas, pernas e lateral do abdômen (Figura 4.5); 2º) Retirada do aparelho digestivo (Figura 4.6); 3º) Retirada do aparelho reprodutor para localização da glândula esternal (Figura 4.7); 4º) Retirada total do restante do abdômen para localização da glândula metatorácica (Figura 4.8); 5º) Retirada da glândula salivar (Figura 4.9); 6º) Retirada de estruturas do tórax para visualização da glândula metatorácica aderida ao esterno do tórax (Figura 4.10); 7º) Isolamento da glândula lateral (Figura 4.11); 8º) Após o isolamento, a glândula lateral foi colocada em um frasco de vidro contendo 20µl de hexano para extração de compostos presentes na glândula (Aldrich et al., 1979).



Figura 4.5. Retirada de estruturas para início da dissecação

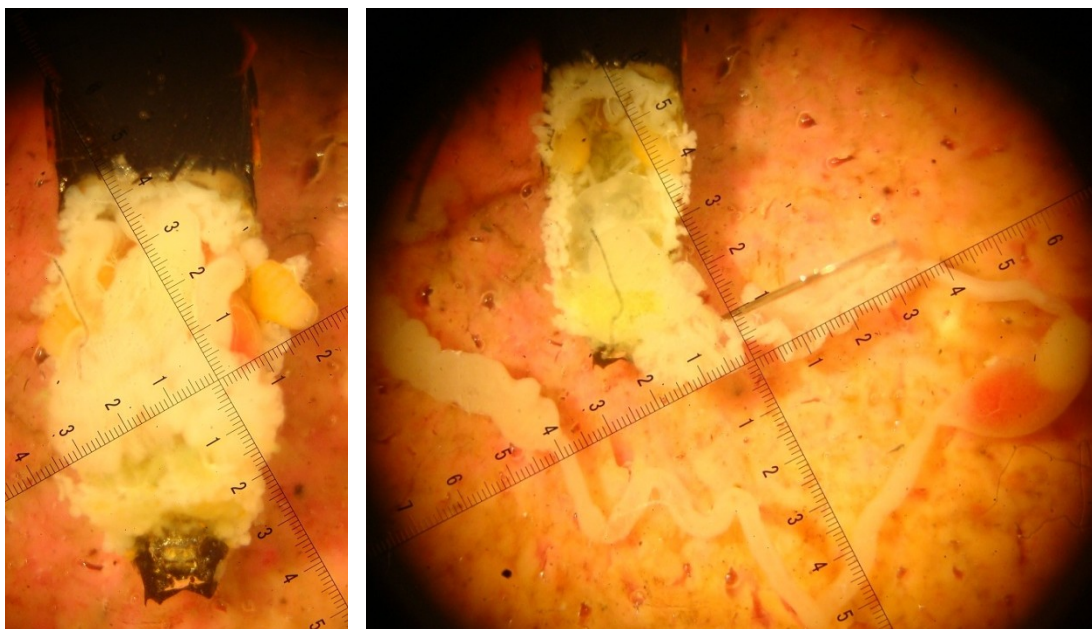


Figura 4.6. Retirada do aparelho digestivo

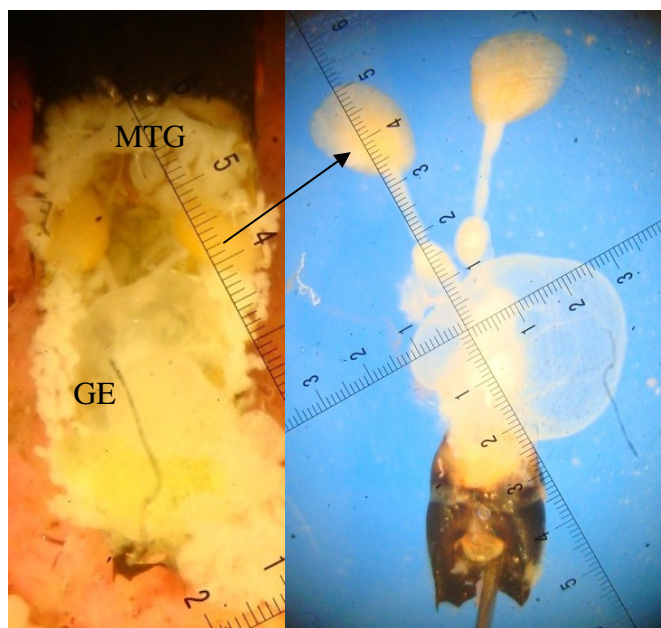


Figura 4.7. Retirada do aparelho reprodutor para verificação da presença da glândula esternal (GE) e visualização da glândula metatorácica (MTG)

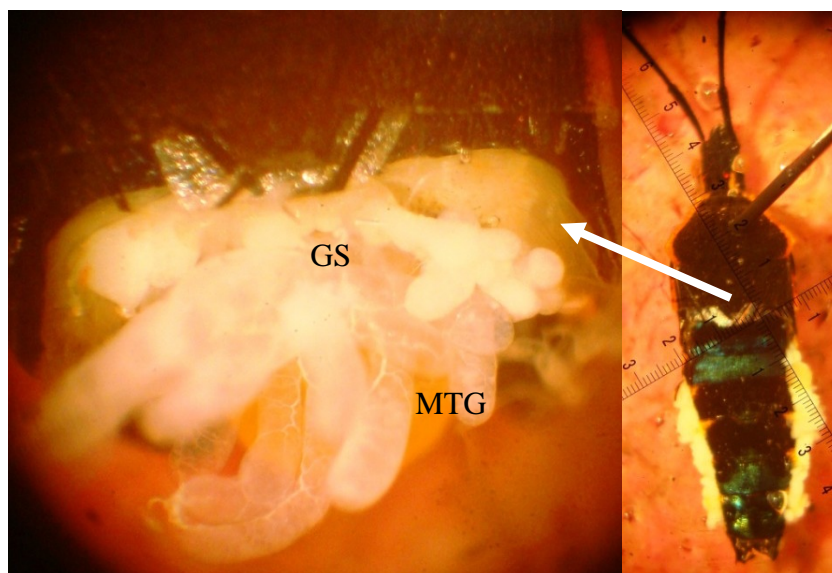


Figura 4.8. Localização da glândula meta-torácica (MTG), localizada no metatórax, abaixo da glândula salivar (GS)

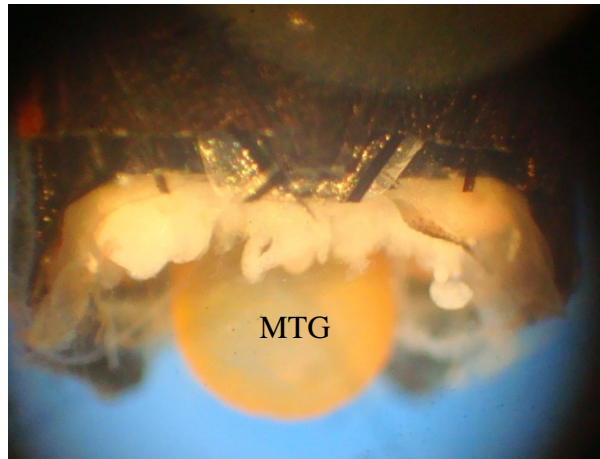


Figura 4.9. Exposição da MTG após a retirada da glândula salivar

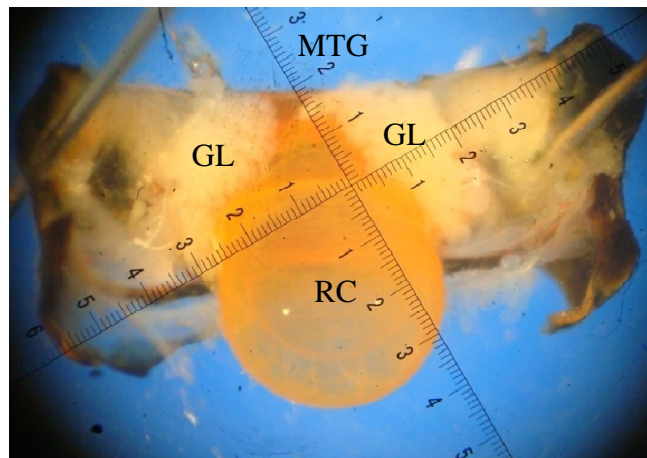


Figura 4.10. Retirada de estruturas do tórax para visualização total da glândula metatorácica (MTG) composta de reservatório central (RC) e duas glândulas acessórias laterais (GL)

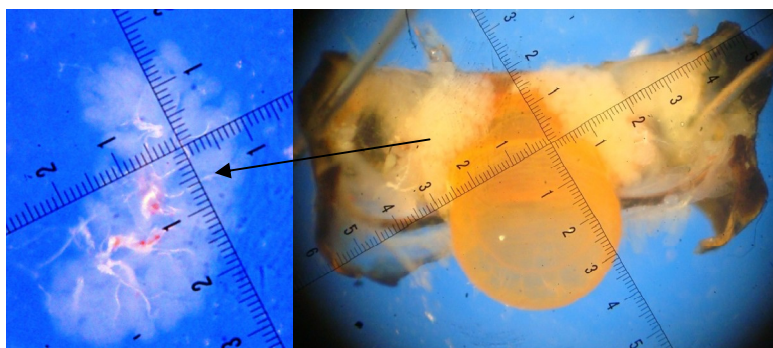


Figura 4.11. Retirada da glândula lateral da MTG, utilizada na investigação da glândula produtora de feromônio

4.4.6. Espectrometria de massa (GC-MS)

Extratos obtidos pela aeração e de glândulas exócrinas de machos de *P. picta* foram analisados em cromatógrafo a gás (CG) acoplado ao espectrômetro de massas modelo Shimadzu QP 2010 Ultra (CG-MS), equipado com uma coluna capilar Rtx-5 (0,25µm, Ø 0,25mm x 30m) (J & W Scientific, Folsom, Califórnia, EUA) com ionização por impacto de elétrons (70 e V). O CG-MS foi operado em modo *splitless* (250°C), com programação de temperatura de 50°C de temperatura inicial, mantida por 1min com aumento progressivo de 7°C/min até uma temperatura final de 250°C, mantida por 10 min. O tempo total da corrida foi de 39,5 min. Para o cálculo do índice de retenção de Kovats foram realizadas co-injeções de padrões de hidrocarbonetos de C10 – C24, em concentração de 100ppm.

4.5. RESULTADOS

A comparação dos perfis cromatográficos (GC) dos extratos obtidos da aeração de machos e fêmeas de *P. picta* demonstra a presença de um composto macho-específico em grande concentração e com tempo de retenção de 22,3 min (Figura 4.12).

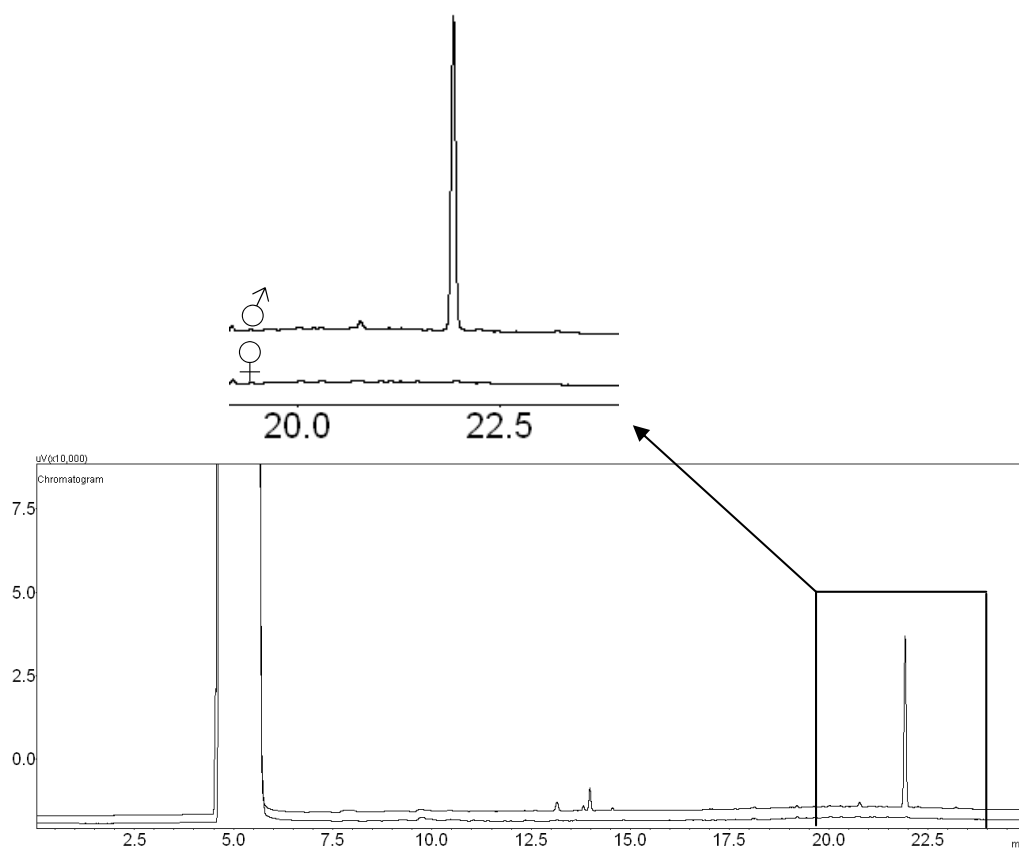


Figura 4.12. Comparação de perfiz cromatográficos de extratos obtidos a partir da aeração de machos e fêmeas de *P. picta*

Através de análise eletroantenográfica foi possível observar a resposta da antena de fêmea de *P. picta* ao composto macho-específico presente em grande quantidade em extratos obtidos da aeração de machos (Figura 4.13).

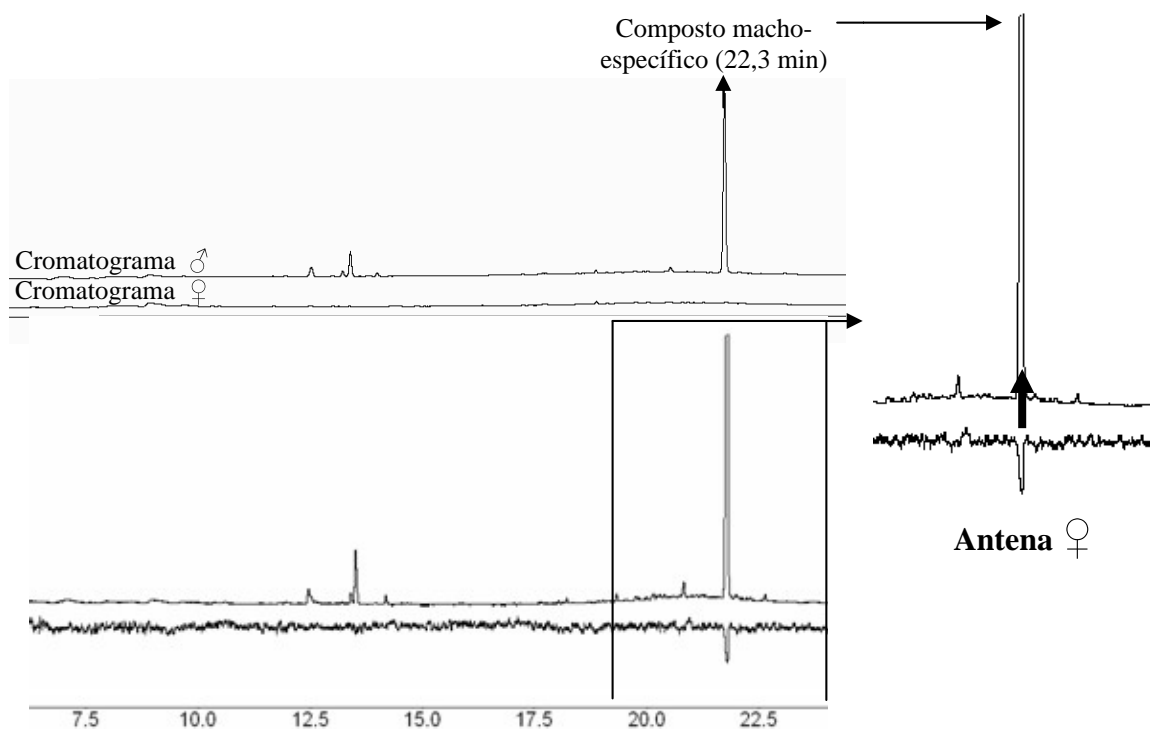


Figura 4.13. Resposta eletroantenográfica (CG-EAD) de fêmeas de *P. picta* ao composto macho-específico presente em grande quantidade em extratos de aeração de machos

A comparação dos perfis cromatográficos (CG-MS) de extratos obtidos da aeração de machos e de glândulas tegumentares (Figura 4.11) de machos de *P. picta* evidencia a presença de um composto em alta concentração e com o mesmo tempo de retenção em diferentes cromatogramas. O composto com tempo de retenção de 28,3 min está presente tanto nos cromatogramas de extrato de aeração de machos quanto nos extratos de glândulas laterais da MTG de machos, contudo, ausente em extratos da MTG de machos (Figura 4.14).

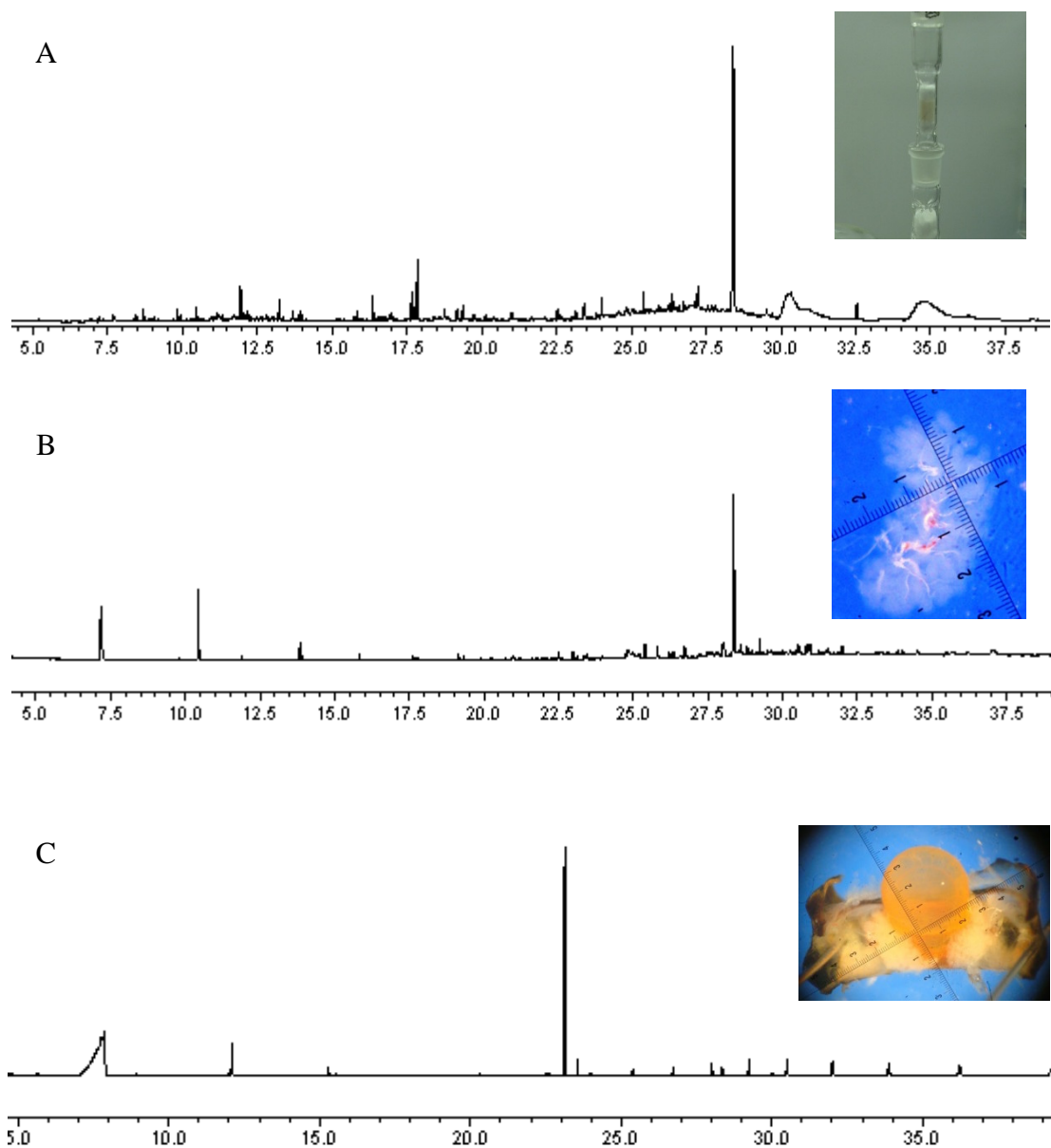


Figura 4.14. Cromatogramas de extratos de machos de *P. picta* obtidos através de análise em CG-MS: cromatograma do extrato de aeração de machos (A), cromatograma do extrato de glândulas laterais de machos (B) e cromatograma do extrato de glândulas meta-torácicas de machos (C)

O composto presente nos extratos obtidos através da aeração de machos apresentou um tempo de retenção (t_R) = 28,3 min. e índice de retenção de Kovats (KI) = 2234 em coluna Rtx-5. O composto obtido das glândulas laterais de machos apresentou t_R e KI idênticos. Os espectros de massas de ambos apresentaram íon molecular em 338 (Figura 4.15), e sua análise permite propor tratar-se do mesmo composto. O padrão de fragmentação sugere fortemente a estrutura se trata de um hidrocarboneto ramificado, o composto 5,9-dimetil docosano.

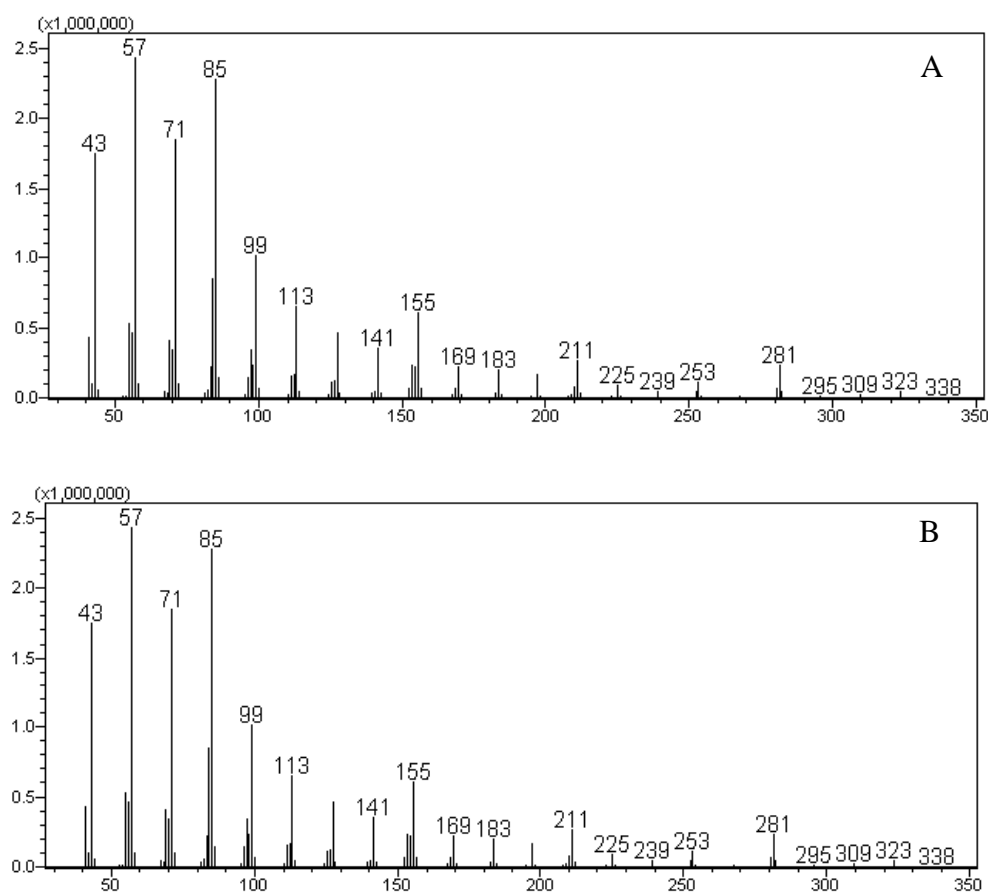


Figura 4.15. Espectros de massas dos compostos com índice de Kovats iguais presentes em extrato de aeração (A) e de glândulas laterais (B) de machos de *P. picta*

4.6. DISCUSSÃO

Caso seja confirmada a função orgânica da molécula 5,9-dimetil docosano, através da síntese em laboratório, será o primeiro hidrocarboneto identificado como feromônio sexual de um coreídeo. A produção do composto feromonal na glândula lateral também é algo novo, uma vez que, entre os coreídeos com feromônios sexuais identificados a maioria produz o feromônio sexual na glândula ventral abdominal, denominada também de glândula esternal (Aldrich et al., 1979).

Os avanços na identificação de feromônios sexuais de coreídeos são discretos até o presente, apenas 10 espécies tiveram seus feromônios sexuais identificados: *Amblypelta lutescens* (Distant) (Aldrich et al., 1993), *Euthochtha galeator* (F.) (Aldrich et al., 1979), *Leptoglossus clypealis* (Heidemann) (Aldrich et al., 1979), *L. corculus* (Say) (Aldrich et al., 1979), *L. fulvicornis* (Westwood) (Aldrich et al., 1979), *L. gonagra* (F.) (Aldrich et al., 1979), *L. oppositus* (Say) (Aldrich et al., 1979), *L. phyllopus* (L.) (Aldrich et al., 1979), *Mirperus scutellaris* (Dallas) (Aldrich et al., 1993) e *Pachylis laticornis* (F.) (Aldrich et al., 1982). De todas as espécies estudadas foram identificados 14 compostos feromonais com atividade sexual, sendo três aldeídos, cinco alcoóis, quatro ésteres e dois ácidos carboxílicos.

Os resultados obtidos até o momento permitem propor que, assim como em outras famílias de Heteroptera, Coreidae apresenta um padrão estrutural dos feromônios sexuais somente ao nível de gênero. Por exemplo, no gênero *Leptoglossus*, o álcool fenilmetanol é produzido por seis das sete espécies do gênero que tiveram os feromônios sexuais identificados, sendo o composto majoritário na mistura feromonal de todas as seis. A espécie *L. gonagra* é a única que não produz o composto, mas um único composto, o álcool 2-fenil-etanol. (Aldrich et al., 1979; Aldrich et al., 1982; Aldrich et al., 1993). A identificação de outras espécies do gênero *Phthia* poderá confirmar se o gênero apresenta uma uniformidade dos compostos como ocorre em *Leptoglossus*.

A identificação do feromônio sexual de *P. picta* amplia as possibilidades do manejo de base agroecológica da espécie em tomateiros comerciais orgânicos e não orgânicos no Brasil. Contribuindo assim para a diminuição de resíduos de agrotóxicos no tomate.

4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldrich, J.R., Blum, M.S., Fales, H.M. 1979. Species-specific natural products of adult male leaf-footed bugs (Hemiptera: Heteroptera). J. Chem. Ecol., V.5, p.53-62.
- Aldrich, J.R., Kochansky, J.P., Lusby, W.R., Dutky, S.R. 1982. Volatile male-specific natural products of a coreid bug (Hemiptera: Heteroptera). J. Chem. Ecol., V.8, p.1369-1376.
- Aldrich, J.R., Waite, G.K., Moore, C.J., Payne, J.A., Lusby, W.R., Kochansky, J.P. 1993. Male-specific volatiles from Nearctic and Australasian true bugs (Heteroptera: Coreidae and Alydidae). J. Chem. Ecol., V.19, p.2767-2781.
- ANVISA. 2009. Programa de análise de resíduos de Agrotóxicos em alimentos—PARA. Disponível em : www.anvisa.gov.br
- Bergmann, J., González, A., Zarbin, P. H. G. 2009. Insect Pheromone Research in South America. J. Braz. Chem. Soc., v.20, p.1206-1219.
- El-Sayed, A. M. 2010. The Pherobase: Database of Insect Pheromones and Semiochemicals. Disponível em: www.pherobase.com
- Lima, A. M. C., 1940. Insetos do Brasil: 2º Tomo. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia. p.79-86.
- McNeil, J. N. 1991. Behavioral Ecology of Pheromone-Mediated Communication in Moths and its Importance in the use of Pheromone Traps. Ann. Review of Entomology, v.36, p.407-430.
- Melo, P. C. T. d., Tamiso, L. G., Ambrosano, E. J., Schammas, E. A., Inomoto, M. M., Sasaki,

M. E. M., & Rossi, F. 2009. Desempenho de cultivares de tomateiro em sistema orgânico sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, v.27, p.553-559.

Schuh, R. T., Slater, J. A. 1995. True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history: Cornell University Press. 336p.

Serantes, G. H. E. 1978. Biologia de *Phthia picta* (Drury) (Hemiptera, Coreidae). *Fitotec. Latinoam.*, v.9, p.1-9.

Silva, R. A. D., Carvalho, G. S., Flores, P. S. 2003. Morfología externa dos adultos de *Phthia picta* (Drury, 1770) (Hemiptera, Coreidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, v.29, p.249-253.

Silva, R. A. D., Flores, P. S., Carvalho, G. S. 2001. Descrição dos Estágios Imaturos de *Phthia picta* (Drury) (Hemiptera: Coreidae). *Neotropical Entomology*, v.30, p.253-258.

Silva, R. A., Carvalho, G. S. 2001. Aspectos biológicos de *Phthia picta* (drury, 1770) (hemiptera: coreidae) em tomateiro sob condições controladas. *Cienc. Rural*, v.31, p.381-386.

Silva, R. A., Carvalho, G. S. 2002. Biologia de *Phthia picta* em um cultivar comercial de tomateiro. *Revista de Agricultura*, v.77, p.151-160.

Suckling, D. M. 2000. Issues affecting the use of Pheromones and Other Semiochemicals in orchards. *Crop protection*, v.19, p.677-683.

Trematerra, P. 2002. Pheromones and Integrated Pest Management in stored products. *IOBC Bulletin*, v.25, p.9-14.

Zarbin, P. H. G. 2001. Extração, Isolamento e identificação de substâncias voláteis de insetos. In E. F. Vilela, & T. M. C. D. Lucia (Eds.), *Feromônios de insetos - biologia, química e emprego no manejo de pragas*. Riberão Preto - Brasil: Holos. P.45-50.

Zarbin, P. H. G., Ferreira, J. T. B., & Leal, W. S. 1999. Metodologias gerais empregadas no isolamento e identificação estrutural de feromônios de insetos. *Quím. Nova*, v.22, p.262-268.

Zarbin, P. H. G., Rodrigues, M. A. C. M., & Lima, E. R. 2009. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. *Quim. Nova*, v.32, p.722-731.

5. Imaturos de Percevejos Neotropicais: Coloração e Morfometria de *Pellaea stictica* (Dallas) e Duração dos Ínstares de *P. stictica*, *Pallantia macunaíma* (Grazia) e *Loxa deducta* (Walker) (Heteroptera: Pentatomidae)

5.1. RESUMO

Pentatomídeos são importantes pragas de diversas culturas agrícolas. O estudo da biologia do grupo pode auxiliar seu manejo de maneira ambientalmente mais eficiente. Insetos provenientes de colônia mantida em condições ambientais controladas foram utilizados para o fornecimento de ovos, que foram observados até a eclosão. As ninfas, igualmente, foram observadas para a determinação da duração dos cinco ínstares de *L. deducta*, *P. macunaima* e *P. stictica*. Paralelamente, ninfas de *P. stictica* foram utilizadas para o estudo do padrão de coloração durante a fase imatura e determinação de parâmetros morfométricos dos juvenis. O comprimento total o 1º ínstar de *P. stictica* correspondeu a aproximadamente 20% do comprimento total do 5º ínstar. A coloração vermelha gradativamente vai dominando o abdômen no decorrer do amadurecimento de *P. stictica*. A duração da fase juvenil de *P. stictica* foi de 36,9 dias, de *P. macunaima* de 42,8 e de *L. deducta* de 42,4 dias. A duração do 2º ínstar de *P. macunaima* e *L. deducta* foi mais demorada que a do 3º e 4º ínstares. O 5º ínstar foi o de maior duração nas 3 espécies estudadas. O prolongamento de duração do 2º ínstar de *P. macunaima* e *L. deducta* foi atribuído a questões nutricionais, mais especificamente aleloquímicos presentes na dieta.

Palavras-chave: Parâmetros biológicos, estágios ninfaís.

5.2. ABSTRACT

Pentatomidae are important pests of many agricultural crops. The study of the biology of the group can assist your management in an environmentally more efficient. Insects from the colony maintained under controlled environmental conditions were used for the supply of eggs, which were observed until hatching. The nymphs also were observed to determine the duration of the instars of *L. deducta*, *P. macunaima* and *P. stictica*. In parallel, nymphs of *P. stictica* were used to study the pattern of staining for the immature stage and determination of morphometric parameters of juveniles. The total length of the first instar of *P. stictica* accounted for approximately 20% of the total length of the fifth instar. The red coloration is gradually dominating the abdomen during ripening of *P. stictica*. The duration of juvenile phase of *P. stictica* was 36.9 days, *P. macunaima* of 42.8 and *L. deducta* of 42.4 days. The duration of second instar *P. macunaima* and *L. deducta* was longer than the 3rd and 4th instars. The fifth instar was the longest duration in the three species. The extension of duration of second instar *P. macunaima* and *L. deducta* was attributed to nutritional issues, specifically allelochemicals present in the diet.

Keywords: biological parameters, nymphal stages.

5.3. INTRODUÇÃO

Os pentatomídeos têm despertado crescente atenção em razão de alguns serem importantes pragas agrícolas mundiais (Panizzi, 1997; Fernandes, 2003). A pesquisa relacionada à pentatomídeos tem concentrado esforços em gerar informações que possibilitem a mitigação dos danos econômicos provocados por estes insetos, principalmente através do manejo de baixo impacto ambiental. No entanto, no Brasil o controle de pentatomídeos ainda é realizado através do uso indiscriminado de inseticidas (Fernandes, 2003). Estima-se que aproximadamente quatro milhões de litros de inseticida são usados anualmente no controle somente dos pentatomídeos que atacam a soja no Brasil (Corrêa-Ferreira & Moscardi, 1996).

Tem sido amplamente reconhecido que o estudo de imaturos pode ajudar a enfrentar mais adequadamente problemas taxonômicos, ecológicos e econômicos decorrentes de pentatomídeos (Matesco et al., 2009). O estudo dos estágios imaturos de pentatomídeos é potencialmente importante no âmbito da diminuição dos danos econômicos decorrentes destes insetos (Matesco et al., 2003).

Aspectos da biologia dos imaturos de *Loxa deducta*, *Pallantia macunaima* e *Pellaea stictica* foram anteriormente determinados. Panizzi et al. (1998) determinou a duração de alguns ínstaes de *L. deducta*. Grazia e Frey-da-Silva (2001) realizaram a descrição morfológica e a morfometria dos ínstaes de *L. deducta* e *P. macunaima*. Os escopo deste trabalho consistiu em gerar informações relacionadas à biologia das fases imaturas de *L. deducta*, *P. macunaima* e *P. stictica*. Especificamente a morfometria e padrão de coloração de *P. stictica* e a duração dos estágios ninfais de *L. deducta*, *P. macunaima* e *P. stictica*.

5.4. MATERIAIS E MÉTODOS

5.4.1. Coleta e manutenção das colônias de *L. deducta*, *P. macunaima* e *P. stictica*

Colônias foram mantidas em laboratório a partir de coletas realizadas em árvores de *Ligustrum lucidum* (Aiton) localizadas no campus da Universidade Federal do Paraná - UFPR (Curitiba, PR, Brasil) e na estação experimental da Embrapa – Soja (Londrina, PR, Brasil). Após a coleta os insetos foram mantidos em condições controladas ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR e 14h de fotofase) no Laboratório de Semioquímicos de insetos da UFPR. Adultos e ninfas foram confinados em gaiolas teladas com 35cm de altura, 20cm de largura e 20cm de profundidade e alimentados com dieta natural composta de amendoim cru (*Arachis hypogaea*), semente de soja (*Glycine max*), vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris*) e frutos de ligustro (*L. lucidum*). As gaiolas foram limpas e o alimento renovado a cada três dias (Borges et al., 2007; Panizzi et al., 2007; Panizzi & Mourão, 1999; Panizzi et al., 1998).

5.4.2. Morfometria e padrão de coloração de *P. stictica*

As medidas morfométricas de *P. stictica* foram obtidas em microscópio estereoscópico com auxílio de ocular de medição. Foram tomados os seguintes parâmetros morfométricos (mm) de cada instar (N=10): 1º comprimento total (CT), do ápice da cabeça à extremidade do abdome; 2º comprimento da cabeça (CC); 3º comprimento do pronoto (CP); 4º comprimento do rostro (CR); 5º distância interocular ao nível médio dos olhos (DI); 6º largura total (LT), correspondendo à maior largura abdominal, sendo esta medida tomada no 2º tergito abdominal; 7º largura da cabeça ao nível médio dos olhos; 8º largura do pronoto (LP); 9º comprimento do 1º segmento antenal (I); 10º comprimento do 2º segmento antenal (II); 11º comprimento do 3º segmento antenal (III); 12º comprimento do 4º segmento antenal (IV) (Matesco et al., 2003; Matesco et al., 2009) . Para a

elaboração das ilustrações dos padrões de coloração das fases imaturas de *P. stictica* foram tomadas fotografias (N = 10) dos ínstaes com o auxílio de máquina fotográfica digital acoplada ao microscópio estereoscópico.

5.4.3. Duração das fases imaturas de *L. deducta*, *P. macunaima* e *P. stictica*.

Para a determinação da duração dos ínstaes foram coletados ovos com data de postura conhecida, que foram acondicionados em placas de petri para observação diária durante vinte dias consecutivos. Constatada a emergência, as ninfas foram colocadas em caixas de acrílico tipo *gerbox* (12 x 12 x 5cm) forradas com papel filtro e ofertada dieta natural e água a partir do primeiro ínstar. Diariamente os recipientes contendo as ninfas foram observados para verificação de muda e mortalidade (Panizzi et al., 2007). O intervalo de ocorrência de duração dos ínstaes foi estimado através de análise de *Bootstrap* – intervalo de confiança da média com o auxílio do *software* para cálculo estatístico BioEstat (Ayres et al., 2007; Silva e Carvalho, 2001).

5.5. RESULTADOS

5.5.1. Morfometria, coloração e aspectos morfológicos de diferenciação dos ínstaes de *P. stictica*

O 1º instar apresentou comprimento médio de 2,42 mm e maior largura do corpo, medida tomada no 2º tergito abdominal, de 1,86 mm (Tabela 5.1). O aspecto do corpo é circular, marcadamente convexo e de coloração totalmente negra (Figura 5.1). O 2º instar apresentou comprimento médio de 4,44 mm e maior largura de 3,03 mm. O aspecto do corpo é circular e marcadamente convexo com manchas vermelhas apenas na região central do abdômen. O 3º instar apresentou comprimento médio de 6,06 mm e maior largura de 4,32 mm. O aspecto do corpo é oval e

convexo. A coloração do abdômen é predominantemente vermelha com placas retangulares negras na região central e margens dos tergitos abdominais. O 4º instar apresentou comprimento médio de 8,38 mm e maior largura de 5,87 mm. O aspecto do corpo é oval e convexo. A coloração do abdômen é predominantemente vermelha com placas retangulares negras na região central do abdômen e margens dos tergitos abdominais. Alteração do mesonoto para a formação de asas (item IV, Figura 5.1). O 5º instar apresentou comprimento médio de 11,82 mm e maior largura de 7,50 mm. O aspecto do corpo é oval e convexo. A coloração do abdômen é predominantemente vermelha com placas retangulares negras na região central do abdômen e margens dos tergitos abdominais. Modificação acentuada do mesonoto e do metanoto para a formação de asas e escutelo (item V, Figura 5.1).

Tabela 5.1. Média (\pm SE) dos parâmetros morfométricos (N=10, mm) dos ínstar de *Pellaea stictica* alimentado com dieta natural (feijão verde, soja, amendoim, frutos de ligustro). Temp.: $25\pm 1^\circ\text{C}$, UR: $65\pm 5\%$ e fotofase: 14h.

Parâmetros ¹	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	4º ínstar	5º ínstar
CT	2,42 \pm 0,30	4,44 \pm 0,44	6,06 \pm 0,32	8,38 \pm 0,58	11,82 \pm 0,65
CC	0,56 \pm 0,07	0,83 \pm 0,12	1,03 \pm 0,18	1,44 \pm 0,12	1,88 \pm 0,29
CP	0,29 \pm 0,03	0,55 \pm 0,07	0,80 \pm 0,03	1,21 \pm 0,07	1,63 \pm 0,15
CR	1,23 \pm 0,08	1,88 \pm 0,10	3,23 \pm 0,06	4,48 \pm 0,20	5,33 \pm 0,25
DI	0,72 \pm 0,07	1,03 \pm 0,05	1,25 \pm 0,03	1,60 \pm 0,05	1,80 \pm 0,12
LT	1,86 \pm 0,09	3,03 \pm 0,31	4,32 \pm 0,13	5,87 \pm 0,27	7,50 \pm 0,53
LC	0,94 \pm 0,11	1,43 \pm 0,07	1,88 \pm 0,06	2,51 \pm 0,07	2,98 \pm 0,15
LP	1,42 \pm 0,08	2,25 \pm 0,11	3,09 \pm 0,11	4,49 \pm 0,19	5,83 \pm 0,51
I	0,25 \pm 0,03	0,27 \pm 0,04	0,40 \pm 0,01	0,62 \pm 0,06	0,69 \pm 0,05
II	0,39 \pm 0,03	0,92 \pm 0,06	1,30 \pm 0,08	1,91 \pm 0,10	2,56 \pm 0,20
III	0,36 \pm 0,04	0,79 \pm 0,07	1,09 \pm 0,08	1,54 \pm 0,10	1,89 \pm 0,17
IV	0,73 \pm 0,03	1,06 \pm 0,06	1,39 \pm 0,04	1,74 \pm 0,12	2,07 \pm 0,17

1 - Comprimento total (CT); Comprimento da cabeça (CC); Comprimento do pronoto (CP); Comprimento do rostro (CR); Distância interocular (DI); Largura total (LT); Largura da cabeça (LC); Largura do pronoto (LP); I, II, III, IV, Comprimento dos artículos antenais.

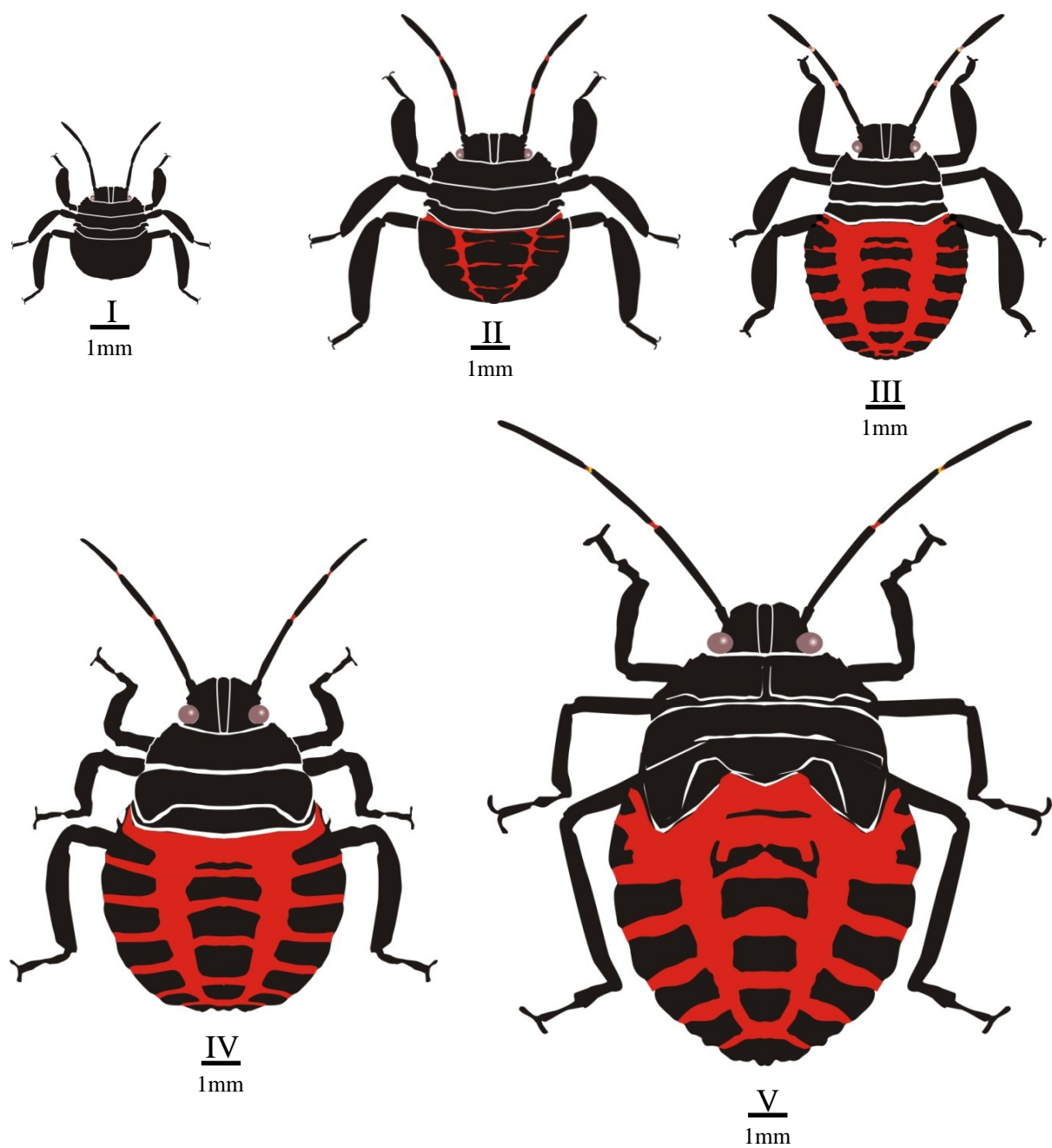


Figura 5.1. Coloração dos estágios imaturos de *P. stictica* (Escala 1:6), onde: I = 1º ínstar ninfal, II = 2º ínstar, III = 3º ínstar, IV = 4º ínstar e V = 5º ínstar

5.5.2. Duração das fases imaturas de *P. stictica*, *P. macunaima* e *L. deducta*

O tempo de desenvolvimento médio de ovo a adulto de *P. stictica* foi de 36,9 dias, de *P. macunaima* foi de 42,8 dias e de *L. deducta* foi de 42,4 dias (Tabela 5.2). A mortalidade média de 37% nos ínstar de *P. stictica*, de 22,8% nas fases imaturas de *P. macunaima* de 18% nas de *L. deducta*.

Tabela 5.2. Média (\pm DP) de duração (dias), mortalidade, valores extremos de duração e intervalo de confiança calculado (IC) (dias) dos estágios imaturos de *P. stictica*, *P. macunaima* e *L. deducta* alimentados com dieta natural (feijão verde, soja, amendoim, frutos de ligustro). Temp.: $25\pm 1^\circ\text{C}$, RH: $65\pm 5\%$ and photophase: 14h.

Estágio	n	% mortalidade	Duração	Mínimo	Máximo	IC ¹
<i>P. stictica</i>						
ovo	1137	41	$6,0 \pm 0,78$	4	8	5,9 – 6,1
1º ínstar	525	56	$3,8 \pm 0,72$	2	6	3,7 – 3,9
2º ínstar	229	44	$6,3 \pm 1,55$	4	13	5,9 – 6,5
3º ínstar	128	43	$6,0 \pm 1,70$	3	11	5,5 – 6,4
4º ínstar	73	30	$6,6 \pm 2,45$	4	13	5,8 – 7,3
5º ínstar	51	11	$8,2 \pm 0,71$	7	10	7,9 – 8,4
<i>P. macunaima</i>						
ovo	251	22	$6,0 \pm 1,00$	4	10	5,9 – 6,2
1º ínstar	132	38	$4,5 \pm 0,64$	3	6	4,3 – 4,6
2º ínstar	82	26	$8,5 \pm 1,71$	5	13	8,0 – 8,9
3º ínstar	61	15	$7,2 \pm 1,55$	5	12	6,7 – 7,7
4º ínstar	52	23	$6,8 \pm 1,86$	5	15	6,1 – 7,4
5º ínstar	40	13	$9,8 \pm 1,62$	8	15	9,2 – 10,4
<i>L. deducta</i>						
ovo	291	30	$6,6 \pm 0,46$	6	7	6,5 – 6,7
1º ínstar	116	12	$4,5 \pm 0,76$	3	6	4,3 – 4,7
2º ínstar	102	12	$7,6 \pm 1,42$	5	13	7,2 – 7,9
3º ínstar	90	16	$5,9 \pm 0,72$	5	8	5,7 – 6,0
4º ínstar	76	29	$6,7 \pm 0,86$	5	10	6,4 – 6,9
5º ínstar	54	9	$11,1 \pm 1,43$	9	17	10,7 – 11,6

1 – Intervalo de confiança com 99% de probabilidade.

5.6. DISCUSSÃO

5.6.1. Morfometria, coloração e aspectos morfológicos de diferenciação dos ínstaes de *P. stictica*

O conhecimento das formas jovens permite o diagnóstico precoce e correto de infestações por pragas e proporciona uma maior eficiência das medidas de controle, uma vez que, as formas jovens são mais suscetíveis a produtos químicos, a predadores e parasitos (Greve et al. 2003). A presença de pentatomídeos em áreas produtoras de grãos é motivo de atenção, como ocorre com *P. stictica*. Um exemplo é a espécie *Euschistus heros* (F.) que evoluiu de uma praga secundária para uma praga primária da cultura da soja rapidamente nas últimas décadas (Panizzi & Rossi, 1991).

A determinação do ínstar de *P. stictica* baseada em parâmetros morfológicos e de coloração é relativamente simples. Fases mais adiantadas de desenvolvimento apresentam a predominância da cor vermelha no abdômen. Até o 3º ínstar o pronoto é aparentemente o de maior largura entre os três segmentos torácicos, conferindo um aspecto mais retangular ao tórax, a partir do 4º ínstar o pronoto é aparentemente o de menor largura e o tórax passa a apresentar um aspecto mais arredondado. A modificação do mesonoto e do metanoto para o surgimento de asas e escutelo são características que distinguem os estágios finais. Um caráter morfométrico de fácil observação que também ajuda distinguir os ínstaes é o tamanho. O comprimento total do 1º ínstar corresponde a aproximadamente 20% do comprimento total do 5º ínstar. A cada ecdise, *P. stictica*, acrescentou em média 2,3 mm ao seu comprimento total.

5.6.2. Duração das fases imatura de *P. stictica*, *P. macunaima* e *L. deducta*

A duração do 2º ínstar de *P. macunaima* e *L. deducta* foi mais demorada que a do 3º e 4º ínstaes. Resultados semelhantes foram observados em outros pentatomídeos, como *Acrosternum*

marginatum (Palisot) criado a 25°C e alimentados com vagem de feijão (Hallman et al., 1992), *Edessa meditabunda* (F.) mantido a 25°C alimentado com ramos de boldo brasileiro (*Plectranthus Barbatus*) (Gonçalves et al., 2008), *E. heros* mantidos a 24°C e alimentados com semente de soja (Costa et al., 1998) e *Nezara viridula* (L.) alimentado com feijão guandu (*Cajanus cajan*) (Soares et al., 2007). Também foi observado que nas três espécies, *P. stictica*, *P. macunaima* e *L. deducta*, o 5º ínstar foi o de maior duração.

Em Pentatomidae, geralmente, o segundo ínstar leva mais tempo que o terceiro e, por vezes, que o quarto. O motivo do alongamento do segundo ínstar decorre do fato do 2º ínstar ser o primeiro que o inseto se alimenta, e isso pode causar um "estresse nutricional", visto que muitos alimentos possuem compostos não-nutricionais (aleloquímicos) e isso é energeticamente custoso para o inseto digerir pela primeira vez, daí o retardamento em atingir o peso crítico para muda. Já o quinto ínstar é sempre o mais longo. O quinto ínstar demora mais porque é crítico devido à mudança para a fase adulta (trocas mais profundas na fisiologia) (A.R. Panizzi, personal communication)

A duração do período de ovo a adulto em Pentatomidae é bastante variada. Algumas espécies apresentam um período longo de duração da fase imatura. *Antiteuchus sepulcralis* (F.) apresentou um período de ovo a adulto de 97 dias, e *Edessa aulacosterna* (Stal) uma duração total da fase imatura de 118 dias (Santos & Albuquerque, 2001; Iannacone et al., 2007). Diferentemente, *Oechalia schellenbergii* (Guérin) apresentou uma duração do período de ovo a adulto de apenas 29 dias (Awan, 1988).

A duração total da fase imatura de *P. stictica* foi de 36,9 dias, semelhante ao observado para *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Jusselino-Filho et al., 2003), e similar à *Cermatulus nasalis* (Westwood), que apresentou um período total da fase imatura de 37,6 dias (Awan, 1988) e *E.*

heros que foi de 38, 6 dias (Costa et al., 1998). A duração total da fase imatura de *P. macunaima*, de 42,8 dias, e de *Loxa deducta*, de 42,4 dias. Esses resultados, estão próximos aos observados para *A. marginatun*, que apresentou um período total da fase imatura de 42,1 dias (Hallman et al., 1992), *Chinavia longicorialis* (Breddin), que apresentou um período total da fase imatura de 41, 1 dias (Matesco et al., 2009) e *N. viridula*, que apresentou um período de ovo a adulto de 42,8 (Soares et al., 2007).

5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Greve, C.; Fortes, N. D. F.; Grazia, J. 2003. Estágios imaturos de *Oebalus poecilus* (Heteroptera, Pentatomidae). Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 93(1):89-96.

Awan, M. S. 1988. Development and mating behaviour of *Oechalia schellenbergii* (guerin-meneville) and *Cermatulus nasalis* (westwood) (Hemiptera: Pentatomidae). J. Aust. ent. Soc., v.27, p.183-187.

Ayres, M., Filho, M. A., Ayres, D. L., Santos, A. A. S. 2007. BioEstat-5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências-biomédicas. Belém-Pará: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Disponível em: www.mamiraua.org.br/download/

Cohen, A. G., Matesco, V. C., Grazia, J. 2006. Biologia de *Loxa deducta* (Hemiptera, Pentatomidae) alimentada com vagem de feijão. II Jornada de Iniciação Científica - Meio Ambiente. Porto Alegre - RS: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/JIC/II/ZOO/ZOO011.pdf>

Costa, M. L. M., Borges, M., Vilela, E. F. 1998. Biologia Reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera:Pentatomidae). An. Soc. Entomol. Bras., v.27, p.559-568.

Fernandes, A. P. 2003. Análise comparativa da espermiogênese normal e diapáusica em percevejos fitófagos (Hemiptera,Pentatomidae) - Revisão. Universitas Ciências da Saúde, v.1,

p.87-95.

Gonçalves, L., Almeida, F. S., Mota, F. D. M. 2008. Efeitos da temperatura no desenvolvimento e reprodução de *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae). Acta Biol., v.37, p.111-121.

Grazia, J. 1980. Revisão do gênero *Pallantia* Stål, 1862 (Heteroptera, Pentatomidae). Revista Bras. Entomol., v.24, p.15-27.

Grazia, J., Frey-da-Silva, A. 2001. Descrição dos Imaturos de *Loxa deducta* Walker e *Pallantia macunaima* Grazia (Heteroptera: Pentatomidae) em Ligustro, *Ligustrum lucidum* Ait. Neotropical Entomology, v.30, p.73-80.

Hallman, G. J., Morales, C. G., Duque, M. C. 1992. Biology of *Acrosternum marginatum* (Heteroptera, Pentatomidae) on common bearns. Florida Entomologist, v.75, p.190-196.

Henry, T. J. 1984. New united states records for two Heteroptera: *Pellaea stictica* (Pentatomidae) and *Rhinacloa pallidipes* (Miridae). Proc. Entomol. Soc. Wash., v.86, p.519-520.

Iannacone, J., Perez, D., Tueros, A. 2007. Ciclo de vida y aspectos poblacionales de *Edessa aulacosterna* Stal, 1872 (Heteroptera: Pentatomidae) chinche del fruto del camu camu (Myrtaceae) en zona de restinga, Ucayali, Perú. Acta Amaz., v.37, p.635 - 642.

Jusselino-Filho, P., Zanuncio, J. C., Fragoso, D. B., Serrão, J. E., Lacerda, M. C. 2003. Biology of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with musca domestica (diptera: muscidae) larvae. Braz. J. Biol., v.63, p.463-468.

Matesco, V. C., Fortes, N. D. F., Grazia, J. 2003. Imaturos de pentatomídeos (Hemiptera, Heteroptera): morfologia e biologia de *Acrosternum obstinatum*. Iheringia, Sér. Zool, v.93, p.81-88.

Matesco, V. C., Schwertner, C. F., Grazia, J. 2009. Morphology of the Immatures and Biology of

Chinavia longicorialis (Breddin) (Hemiptera: Pentatomidae). Neotropical Entomology, v.38, p.74-82.

Panizzi, A. R. 1997. Wild Hosts of Pentatomids: Ecological Significance and Role in Their Pest Status on Crops. Ann. Rev. Entomol., v.42, p.99-122.

Panizzi, A. R., & Grazia, J. 2001. Stink bugs (Heteroptera, Pentatomidae) and an unique host plant in the brazilian subtropics. Iheringia, Sér. Zool, v.90, p.21-35.

Panizzi, A. R., Rossi, C. E. 1991. Efeito da vagem e da semente de *Leucaena* e da vagem de soja no desenvolvimento de ninfas e adultos de *Loxa deducta* (Heteroptera: Pentatomidae). Rev. Bras. Biol., v.51, p.607-613.

Panizzi, A. R., Mourão, A. P. M., Oliveira, E. D. M. 1998. Nymph and Adult Biology and Seasonal Abundance of *Loxa deducta* (Walker) on Privet, *Ligustrum lucidum*. An. Soc. Entomol. Bras., v.27, p.199-206.

Panizzi, A. R., Duo, L. J. S., Bortolato, N. M., Siqueira, F. 2007. Nymph developmental time and survivorship, adult longevity, reproduction and body weight of *Dichelops melacanthus* (Dallas) feeding on natural and artificial diets. Revista Brasileira de Entomologia, v.51, n.4, p.484-488.

Santos, A. V., Albuquerque, G. S. 2001. Custos Ecofisiológicos do Cuidado Maternal em *Antiteuchus sepulcralis* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae). Neotropical Entomology, v.30, p.105-111.

Silva, R. A. D., Flores, P. S., Carvalho, G. S. 2001. Descrição dos Estágios Imaturos de *Phthia picta* (Drury) (Hemiptera: Coreidae). Neotropical Entomology, v.30, p.253-258.

Soares, J. J., Silva, M. V., Nascimento, A. R. B., Almeida, M. G. D. M. 2007. Percevejo Verde (*Nezara viridula* (Linnaeus 1758) (Hemiptera: Pentatomidae)) como praga potencial para ricinocultura e metodologia de criação deste inseto para experimentos com mamona. Campina Grande - PB: Embrapa Algodão, Documentos 172, 25p.

6. BIOLOGIA E COMPORTAMENTO SEXUAL DE *PELLAEA STICTICA* (DALLAS) (HETEROPTERA, PENTATOMIDAE)

6.1. RESUMO

O pentatomídeo *Pellaea stictica* (Dallas) é uma espécie endêmica da região neotropical. No Brasil, o inseto está presente em uma região de grande importância agrícola, especialmente para a produção de grãos, o que inspira cuidado, uma vez que, outro pentatomídeo evoluiu rapidamente na região de uma praga secundária para uma praga primária. Ninfas de quinto ínstar provenientes de colônia mantida em condições ambientais controladas ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR e 14h de fotofase) foram utilizadas para o fornecimento de adultos obtidos para a determinação da longevidade, fertilidade, quantidades de posturas, quantidade de ovos por postura, período pré-oviposição, dinâmica de acasalamento no fotoperíodo e descrição do comportamento de corte. A longevidade média de fêmeas *P. stictica* foi de $33,0 \pm 19,4$ dias ($n = 153$) e a de machos de $26,3 \pm 19,3$ dias ($n = 67$). A fertilidade média das fêmeas ($n=37$) foi estimada através de cálculo de regressão em 143 ovos, depositados em 10,9 posturas, para uma duração média da vida adulta de 33 dias. A primeira oviposição ocorreu em média 9,9 dias ($n = 37$) após a emergência para a fase adulta e a maioria das posturas observadas foram de 14 ovos / postura ($n = 627$). Os acasalamentos de *P. stictica* durante o fotoperíodo foram concentrados na fase de luz. O comportamento de corte e pré-cópula de *P. stictica* é bastante similar ao observado para outros pentatomídeos. Todos os resultados observados neste trabalho foram comparados aos anteriormente descritos na literatura científica.

Palavras-chave: Pentatomidae, parâmetros biológicos, comportamento de reprodução.

6.2. ABSTRACT

The pentatomid *Pellaea stictica* (Dallas) is an endemic species in the Neotropics. In Brazil, the insect is present in a region of great importance in agriculture, especially grain production, which inspires caution, since, other pentatomid evolved rapidly in the region of a minor pest to a primary pest. Fifth instar nymphs from colony maintained under controlled environmental conditions (25 ± 1 ° C, $65 \pm 5\%$ RH and 14h photophase) were used for the supply of adults obtained for the determination of longevity, fertility, quantity of eggs, quantity egg laying, pre-oviposition, mating dynamics in photoperiod and description of courtship behavior. The average longevity of female *P. stictica* was 33.0 ± 19.4 days ($n = 153$) and the males was 26.3 ± 19.3 days ($n = 67$). The average fertility of females ($n = 37$) was estimated by calculating the regression of 143 eggs deposited in 10.9 positions for an average duration of adult life of 33 days. The first oviposition occurred on average 9.9 days ($n = 37$) after emergence to adulthood and most of the postures were observed in 14 eggs / mass ($n = 627$). The mating of *P. stictica* during the photoperiod was concentrated in the light phase. The courtship behavior and pre-copulation of *P. stictica* is very similar to that observed for other stink. All observed results are compared to those previously described in the literature.

Keywords: Pentatomidae, biological parameters, mating behavior.

6.3. INTRODUÇÃO

A família Pentatomidae é uma família com mais 4000 espécies descritas (Mcpherson e Mcpherson, 2000). Sendo a espécie *Pellaea stictica* (Dallas), originalmente descrita no gênero *Rhaphigaster* (Dallas), um percevejo de ampla distribuição Neotropical encontrado na Argentina, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana e Panamá (Henry, 1984).

A maioria dos pentatomídeos apresenta o hábito alimentar fitófago polífago, com hospedeiros nativos e cultivados, incluindo importantes cultivos agrícolas (Panizzi, 1997). No sul do Brasil, uma importante região produtora de grãos, a espécie *P. stictica* foi descrita desenvolvendo-se em uma planta exótica, a espécie *Ligustrum lucidum* (Oleaceae), uma árvore de grande porte de origem asiática (Panizzi & Grazia, 2001). O que revela a capacidade de adaptação do inseto a hospedeiros exógenos. A presença de pentatomídeos coabitando com cultivos agrícolas importantes é sempre motivo de grande atenção. A espécie *Euschistus heros* (F.) evoluiu rapidamente de uma praga secundária para uma praga primária nas últimas décadas (Panizzi & Rossi, 1991).

Os percevejos apresentam um complexo comportamento reprodutivo desencadeado por troca de sinais de diferente natureza: química, vibracional e comportamental. Em linhas gerais, a comunicação durante o comportamento reprodutivo se inicia com a emissão de feromônios pelos machos, uma vez em curta distância, a localização e o reconhecimento do parceiro são intermediados por sinais vibratórios, em total proximidade, inicia-se uma sequência de categorias comportamentais que precedem a copula (Borges, 2008). O estudo da biologia reprodutiva de pentatomídeos pode auxiliar no desenvolvimento de estratégias mais sustentáveis de manejo destes insetos.

O objetivo deste trabalho contempla a descrição de aspectos da biologia reprodutiva de *P. stictica* e descrição do seu comportamento pré-cópula. Os resultados obtidos são comparados àqueles existentes na literatura científica.

6.4. MATERIAIS E MÉTODOS

6.4.1. Manutenção da colônia de *P. stictica*

Uma colônia foi mantida em laboratório a partir de coletas realizadas em árvores de *Ligustrum lucidum* localizadas no campus da Universidade Federal do Paraná - UFPR (Curitiba, PR, Brasil) e na estação experimental da Embrapa – Soja (Londrina, PR, Brasil). Após a coleta os insetos foram mantidos em condições controladas ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR e 14h de fotofase) no Laboratório de Semioquímicos de insetos da UFPR. Adultos e ninfas foram confinados em gaiolas teladas com 35cm de altura, 20cm de largura e 20cm de profundidade e alimentados com dieta natural composta de amendoim (*Arachis hypogaea*), semente de soja (*Glycine max*), vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris*) e frutos de ligustro (*L. lucidum*). As gaiolas foram limpas e o alimento renovado a cada três dias (Borges et al., 2007; Panizzi et al., 2007; Panizzi & Mourão, 1999; Panizzi et al., 1998).

6.4.2. Longevidade de *P. stictica*

Para determinação da longevidade, ninfas de quinto ínstar foram separadas da colônia e mantidas em condições idênticas de confinamento e dieta. Constatada a emergência para a fase adulta, machos e fêmeas eram transferidos e mantidos juntos em caixas de acrílico transparente do tipo *gerbox* (12 x 12 x 5cm) identificadas com o data da ecdise. Diariamente as *gerbox* foram observadas para verificação da mortalidade. Ao todo foram utilizados 220 insetos.

6.4.3. Fertilidade, quantidade de ovos por postura e período pré-oviposição de fêmeas de *P. stictica*

A fertilidade e o período pré-oviposição de fêmeas de *P. stictica* foram avaliados em 37 grupos de insetos adultos, constituídos de uma fêmea virgem recém emergida e dois machos virgens com no mínimo dez dias de emergência para a fase adulta. Diariamente os grupos eram observados para registro de oviposição, mortalidade e quantidade de ovos por postura.

6.4.4. Dinâmica de acasalamento de *P. stictica* durante o fotoperíodo

Para determinar o horário de maior incidência de acasalamento durante o fotoperíodo, 25 casais foram observados uma vez a cada hora, durante cinco dias consecutivos, registrando-se somente os acasalamentos iniciados dentro do horário de observação.

6.4.5. Descrição do comportamento de corte de *P. stictica*

O comportamento de corte e acasalamento foi determinado através da observação de machos e fêmeas virgens em câmara de acrílico transparente medindo 45 x 45 x 45cm com duas aberturas laterais teladas para a passagem de ar. Foram introduzidas duas fêmeas e quatro machos a cada sessão de observação e os comportamentos observados foram registrados.

6.4.6. Análise estatística dos dados

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software BioEstat (Ayres et al., 2007). Os dados de longevidade da espécie foram normalizados através da análise de valores extremos (*outliers*) (Nakajima et al., 2010). A faixa de ocorrência de algumas médias foi estimada através de análise de *Bootstrap* – intervalo de confiança da média (Silva e Carvalho, 2001). A comparação

dos horários de maior incidência de acasalamento durante o fotoperíodo foi realizada através de análise de variância (ANOVA) seguido de teste de Tukey (Adams, 2000). Para estimar a fertilidade de fêmeas de *P. stictica* foi utilizada análise de regressão considerando a longevidade média da espécie observada (Kim e Lee, 2008).

6.5. RESULTADO

6.5.1. Longevidade

Para normalização dos dados foi realizada uma análise *outliers*. O valor máximo de longevidade de 98,5 dias foi calculado para eliminação de valores extremos. Com os dados normalizados, a longevidade média de *P. stictica* foi de $30,9 \pm 19,6$ dias ($n=220$), intervalo de confiança (99%) de 28,7 – 32,6. A longevidade média de fêmeas *P. stictica* foi de $33,0 \pm 19,4$ dias ($n = 153$), intervalo de confiança (99%) de 29,1 – 36,6 e longevidade máxima de 84 dias. A longevidade média de machos foi de $26,3 \pm 19,3$ dias ($n = 67$) e intervalo de confiança (99%) de 20,5 – 31,9 e longevidade máxima de 77 dias.

6.5.2. Fecundidade

Dos 37 casais acompanhados foram obtidos 8.268 ovos, em 627 posturas. A fertilidade média das fêmeas ($n=37$) foi de 223,4 ovos em 16,9 posturas, para uma longevidade média de 45,8 dias, que foi média de longevidade observada para as fêmeas do grupo. No entanto, a fertilidade foi estimada considerando a longevidade observada para as fêmeas da espécie. A fertilidade média de fêmeas de *P. stictica* foi estimada através de análise de regressão ($Y' = a + \beta x$), considerando a variável Y (quantidade de ovos) explicável através da variável X (longevidade) ($n=37$, $R^2=0,9082$,

$P < 0,001$). Considerando os valores de $a = -67,8944$ e $\beta = 6,3524$ a quantidade de ovos por fêmea foi estimada em de 143, para longevidade média de 33 dias.

A quantidade de posturas realizadas por fêmeas de *P. stictica* foi estimado através de análise de regressão ($Y' = a + \beta x$), considerando a variável Y (quantidade de posturas) totalmente explicável através da variável X (longevidade) ($n=37$, $R^2=0,9049$, $P < 0,001$). Considerando os valores de $a = -4,5934$ e $\beta = 0,4696$ a quantidade de posturas por fêmea foi estimada em 10,9 posturas durante uma longevidade média de 33 dias.

6.5.3. Período pré-cópula e quantidade de ovos / postura

A primeira oviposição ocorreu em media 9,9 dias ($n = 37$) após a emergência para a fase adulta e a maioria das posturas observadas foi de 14 ovos / postura ($n = 627$) (Figura 6.1).

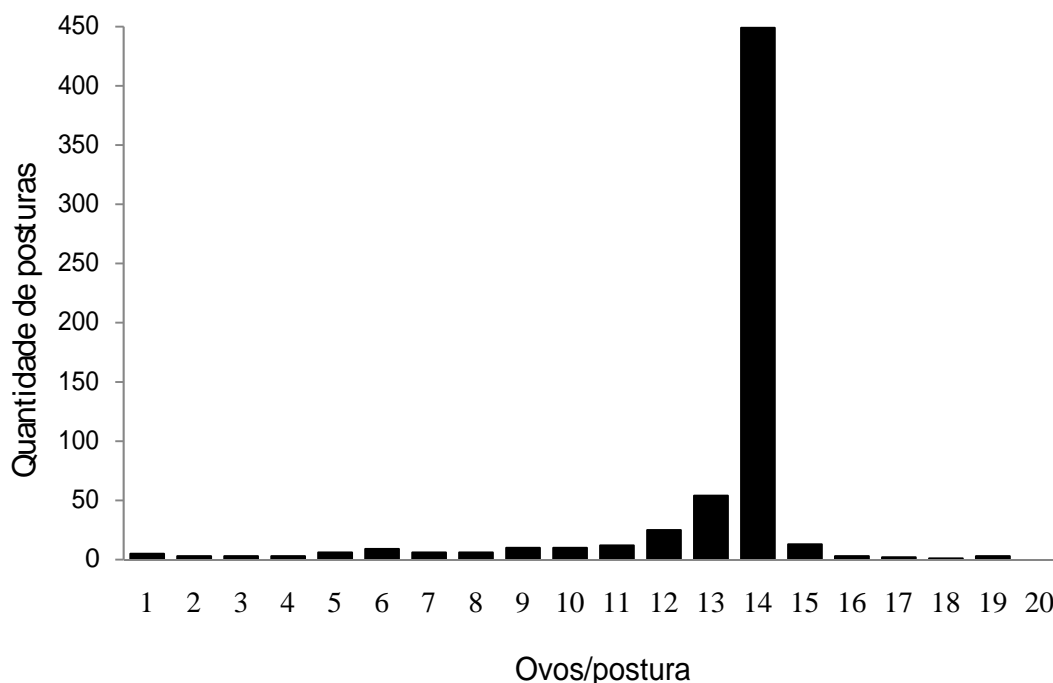


Figura 6.1. Quantidade de ovos/postura⁻¹ observada em *P. stictica* ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ UR)

6.5.4. Dinâmica de acasalamento no fotoperíodo

Durante o fotoperíodo não foram observadas diferenças na quantidade de acasalamentos de *P. stictica* (ANOVA + Tukey, $P < 0,05$) (Figura 6.2).

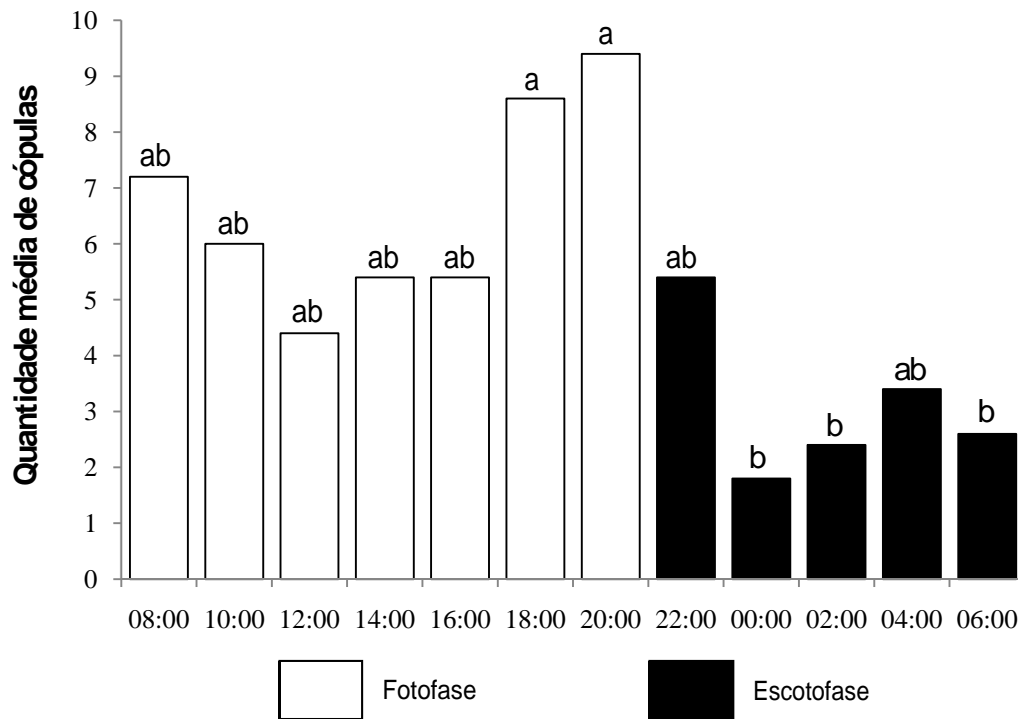


Figura 6.2. Média de cópulas diárias iniciadas durante intervalos das fases de claro e escuro ($n = 5$). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente (ANOVA + Tukey, $P < 0,05$)

6.5.5. Descrição do comportamento de corte pré-cópula de *P. stictica*

A corte pré-cópula de *P. stictica* é composto de categorias comportamentais bastante perceptíveis e descrito da seguinte maneira: (1) o macho emite voláteis para atrair a fêmea para uma curta distância (Millar et al., 2002; Wertheim et al., 2005; Schowalter, 2006; Guarino et al., 2008; Moraes et al., 2008); (2) a fêmea demonstrando ter recebido o sinal químico emitido pelo macho batendo as asas vigorosamente e repetidas vezes; (3) em seguida a fêmea se aproxima do macho,

porém, ainda mantém uma curta distância; (4) então, ambos os sexos iniciam a comunicação vibracional, que consiste no envio de sinais vibratórios produzidos com partes do corpo, o que visivelmente, pode ser identificado através de movimentos laterais rápidos do abdômen e batidas das pernas na superfície; (5) já em total proximidade, o macho realiza o tateamento do dorso da fêmea com as antenas (antenação), quando a antenação ocorre na região da cabeça os parceiros podem ficar imóveis cruzando antenas; (6) posteriormente, o macho coloca a cabeça embaixo do abdômen da fêmea e desfere suaves movimentos elevatórios com a cabeça, tentando fazer com que ela eleve o abdômen acima da superfície, caso haja receptividade da fêmea, demonstrada ao ficar parada com o abdômen elevado aproximadamente 30° acima da superfície; (7) o macho então gira o corpo tentando alinhar o final de seu abdômen com o dela, em seguida, exhibe o edeago e é realizada a manobra de acoplamento na fêmea, que consiste em girar 180° no próprio eixo a sua genitália antes do acoplamento na genitália da fêmea; (8) durante a cópula o macho fica posicionado abaixo da fêmea (Figuras 6.3).

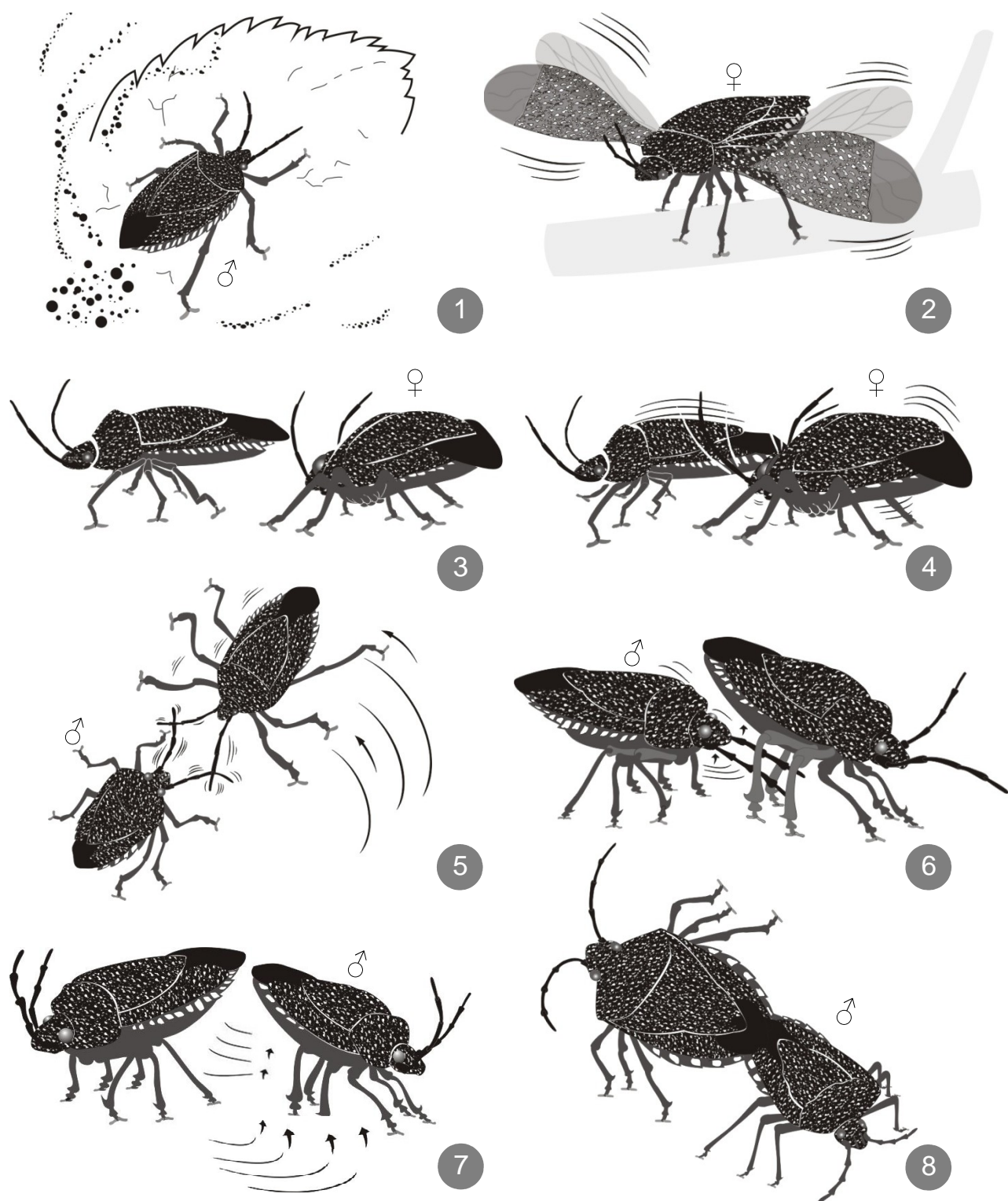


Figura 6.3. Etograma que descreve o comportamento pré-cópula de *P. stictica*

6.6. DISCUSSÃO

6.6.1. Longevidade

Em condições ambientais similares, algumas espécies apresentaram resultados de longevidade semelhantes ao que foi observado para *P. stictica*. A espécie *Piezodorus guildinii* (L.), criada a 25°C, apresentou uma longevidade de 34,6 dias quando alimentados com crotalária e de 28,8 dias com soja (Panizzi et al., 2002). A longevidade de *Acrosternum marginatum* (Palisot) foi de 44,4 dias criados a 24°C (Hallman et al., 1992). *Scotinophara lurida* (Burmeister) apresentou uma longevidade média de 26,8 dias em temperatura de 25°C (Kim et al., 2008). *Dichelops melacanthus* (Dallas), em temperatura de 25°C, apresentou uma longevidade média de 31,8 dias (Chocorosqui e Panizzi, 2008).

A diferença de longevidade entre os sexos observada em *P. stictica* é também observada em outras espécies. *Euschistus heros* (F.) apresentou uma longevidade média de 52,1 dias para fêmeas e 46,5 dias para machos (Costa et al., 1998). Em *Euschistus rufimanus* (Stall) a longevidade média foi de 74,5 dias para os machos e 77,5 dias para as fêmeas (Agudelo et al., 2008). Machos de *Loxa deducta* (Walker) apresentaram uma longevidade média de 54,4 dias e fêmeas de 61,9 dias (Panizzi et al., 1998). A longevidade de *Dichelops melacanthus* (Dallas) foi em média de 23,5 dias pra fêmeas e 21,7 dias para machos quando alimentados com semente de soja (Panizzi et al., 2007). Assim como *P. stictica*, outras espécies se mostraram bastante longevas. Em condições de laboratório, *Acrosternum obstinatum* (Stall) atingiu uma longevidade máxima de 86 dias (Matesco et al., 2003). Em um estudo de longevidade de *Biprorulux bibax*, em condições de campo, alguns poucos insetos foram recapturados 300 dias após serem marcados (James, 1989). A espécie *Loxa deducta* apresentou uma longevidade máxima de 120 dias em condições de laboratório (Panizzi et al., 1998).

6.6.2. Fecundidade

É observada uma grande variação na fertilidade de pentatomídeos. A espécie *Podisus nigrispinus* (Dallas) apresentou uma média de 365.2 ovos / fêmea para uma longevidade de 50,6 dias (Tores & Zanuncio, 2001). A espécie *Chinavia pengue* (Rolston) apresentou uma fertilidade de 218 ovos / fêmea e 16 oviposições para uma longevidade de 89,6 dias (Matesco et al., 2007). *Chinavia ubica* (Rolston) e *C. impicticornis* (Stall) apresentaram fertilidades de aproximadamente 220 e 180 ovos / fêmea para longevidades de 40 e 70 dias, respectivamente (Laumann et al., 2006). Uma dieta adequada é um importante fator para que uma espécie expresse todo o seu potencial reprodutivo (Adams, 2000). *Nezara viridula* (L.) apresentou um desempenho reprodutivo de 261 ovos / fêmea quando alimentadas com frutos de ligustro, e de 116.8 ovos / fêmea quando alimentadas com grãos de soja, em 30 dias de observação da fase adulta (Panizzi e Mourão, 1999). A variação da fecundidade de pentatomídeos pode ser atribuída a diversidade de alimentos ofertados.

6.6.3. Período pré-oviposição e quantidade de ovos / postura

O período de pré-oviposição observado para *P.picta* está dentro da faixa de ocorrência observada para outras espécies da família. O período de pré-oviposição de *Perillus bioculatus* (F.) foi de 8,6 dias (Adams, 2000). Em *Thyanta pallidovirens* (Stall), o período de pré-oviposição das fêmeas foi de 6,6 dias (Wang e Millar, 1997). Foram observadas oviposições de *Bagrada picta* (F.) de 6-8 dias após a emergência para a fase adulta (Azim e Shafee, 1986). O período pré-oviposição de *Acrosternum marginatum* foi de 10,1 dias (Hallman et al., 1992). A espécie *Podisus nigrispinus* apresentou um período de pré-oviposição de 7 dias (Medeiros et al., 2003). Enquanto o de *Podisus maculiventris* (Say) foi de 5,3 dias, e o de *Picromerus bidens* (L.) foi de 13,5 dias (Mahdian et al., 2006).

Pentatomídeos geralmente ovipositam massas de 14 ovos, esta quantidade está relacionada ao número de ovários presentes no ovário das fêmeas (Pendergrast, 1957). Assim, o resultado de ovos por postura observado em *P. stictica* é o mesmo de outras espécies da família, tais como *Chinavia pengue* (Matesco et al., 2007), *C. longicorialis* (Breddin) (Matesco et al., 2009), *Loxa deducta* (Cohen et al., 2006) e *Acrosternum obstinatum* (Matesco et al., 2003).

6.6.4. Dinâmica de acasalamento no fotoperíodo

Diferentemente de *P. stictica*, que não apresentou uma concentração de acasalamento em nenhum período do fotoperíodo, outros pentatomídeos demonstram uma predileção pela fase de luz para realizar a cópula. *Halyomorpha mista* (Uhler) apresentou um comportamento de acasalamento durante o fotoperíodo bastante irregular, mas com uma predominância de cópulas nas primeiras 8h da fase de luz (6-14h) (Kawada e Kitamura, 1983). O acasalamento de *Euschistus conspersus* (Uhler) em árvores de amora preta dos Estados Unidos durante o verão foi observado principalmente durante a fotofase (Alcock, 1971).

6.6.5. Comportamento de corte

Comportamento semelhante ao que foi observado para *P. stictica* foi observado para outros pentatomídeos: *Euschistus conspersus*, *Halyomorpha mista*, *Supputius cincticeps* (Stall) e *Murgantia histrionica* (Alcock, 1971; Kawada & Kitamura, 1983; Zanuncio et al., 1992; Lanigan, 1997; Mendonça et al., 1997).

A sequência de categorias comportamentais que precede à cópula é bastante estereotipada para Pentatomidae e consiste basicamente de três momentos distintos: circundação dos machos entorno das fêmeas, antenação do macho sobre o dorso da fêmea e posicionamento das fêmeas

para a cópula (Borges et al., 2008). Segundo Zanuncio et al. (1992) em *Supputius cincticep* foi observado que se a seqüência da corte fosse interrompida por alguma razão, o macho retomava o ritual, começando pela antenação.

6.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, T.S. 2000. Effect of Diet and Mating on Oviposition in the Twospotted Stink Bug *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). Ann. Entom. Soc. Am. v.93, p.1288-1293.

Agudelo, J.G., Cardona, M.A., Pinto I. 2008. Ciclo de vida de *Euschistus rufimanus* (Stall) (Hemiptera : Pentatomidae) plaga del maíz en los Llanos Orientales de Colombia. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, v.9, p.56-60.

Alcock, J. 1971. The behavior of a stinkbug *Euchistus conspersus* Uhler (Hemiptera, Pentatomidae). Psyche v.78, p.215-228.

Ayres, M., Filho, M. A., Ayres, D. L., Santos, A. D. A. S. D. 2007. BioEstat-5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências-biomédicas. Belém-Pará: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Disponível em: www.mamiraua.org.br/download.

Azim, M. N., Shafee, S. A. 1986. The life cycle of *Bagrada picta* (F.) (Hemiptera, Pentatomidae). Articulata, v.8, p.261-265.

Borges M, Millar JG, Laumann RA, Moraes MCB (2007) A male-produced sex pheromone from the neotropical redbanded stink bug, *Piezodorus guildinii*. J Chem Ecol 33: 1235.

Borges M, Moraes MCB, Laumann R (2008) Ecologia química e comportamento de Pentatomidae: subsídios para estudos de biologia evolutiva e sistemática. In: Anais do XXII Congresso Brasileiro de Entomologia. Uberlândia - MG: Sociedade Entomológica do Brasil. p.45.

Chocorosqui VR, Panizzi AR (2008) Nymph and Adult Biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) Feeding on Cultivated and Non-Cultivated Host Plants. Neotropical Entomology 37: 353-360.

Cohen AG, Matesco VC, Grazia J (2006) Biologia de *Loxa deducta* (Hemiptera, Pentatomidae) alimentada com vagem de feijão. In: II Jornada de Iniciação Científica - Meio Ambiente. Porto Alegre - RS: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, 45 p.

Costa MLM, Borges M, Vilela EF (1998) Biologia Reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). An Soc Entomol Bras 27: 559-568.

Guarino S, De Pasquale C, Peri E, Alonso G, Colazza S (2008) Role of volatile and contact pheromones in the mating behaviour of *Bagrada hilaris* (Heteroptera: Pentatomidae). Eur J Entomol 105: 613-617.

Hallman GJ, Morales CG, Duque MC (1992) Biology of *Acrosternum marginatum* (Heteroptera, Pentatomidae) on common beans. Florida Entomologist 75: 190-196.

Henry TJ (1984) New united states records for two Heteroptera: *Pellaea stictica* (Pentatomidae) and *Rhinacloa pallidipes* (Miridae). Proc Entomol Soc Wash 86: 519-520.

James DG (1989) Population biology of *Biprorulux bibax* breddin (Hemiptera: Pentatomidae) in a southern new south wales citrus orchard. J Aust ent Soc 28: 279-286

Kawada H, Kitamura C (1983) The reproductive behavior of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* UHLER (Heteroptera: Pentatomidae). Appl Ent Zool 18: 234-242

Kim H, Lee J-H (2008) Phenology Simulation Model of *Scotinophara lurida* (Hemiptera: Pentatomidae). Environ Entomol 37: 660-669.

Lanigan PJM (1997) Sexual behavior of *Murgantia histrionica* (Hemiptera:Pentatomidae). Psyche: 191-197.

Laumann RA, Aquino MFS, Motta LDSM, Santos HM, Moraes MCB, Borges M (2006) Parâmetros biológicos de populações de *Chinavia ubica* e *Chinavia impicticornis* (Hemiptera: Pentatomidae) do distrito federal. Comunicado Técnico 150. Brasília - DF: Embrapa - Cenargen

Mahdian K, Kerckhove J, Tirry L, Clercq PD (2006) Effects of diet on development and reproduction of the predatory pentatomids *Picromerus bidens* and *Podisus maculiventris*. BioControl 51: 725–739.

Matesco VC, Fortes NDF, Grazia J (2003) Imaturos de pentatomídeos (Hemiptera, Heteroptera): morfologia e biologia de *Acrosternum obstinatum*. Iheringia Sér Zool 93: 81-88.

Matesco VC, Schwertner CF, Grazia J (2007) Descrição dos estágios imaturos e biologia de *Chinavia pengue* (Rolston) (Hemiptera, Pentatomidae). Rev Bras de Ento 51: 93-100.

Matesco VC, Schwertner CF, Grazia J (2009) Morphology of the Immatures and Biology of *Chinavia longicorialis* (Breddin) (Hemiptera: Pentatomidae). Neotropical Entomology 38: 074-082.

Mcpherson JE, Mcpherson RM (2000) Stink bugs of economic importance in America north of Mexico: CRC Press

Medeiros RS, Ramalho FS, Serrão JE, Zanuncio JC (2003) Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the noctuid larva *Alabama argillacea*. BioControl 48: 695–704.

Mendonça FAC, Barreto MR, Junior AS, Junior ALM (1997) Comportamento de Corte e Cópula do Predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) em Laboratório. An Soc Entomol Brasil 26: 209-212.

Millar JG, Mcbrien HL, Ho H-Y, Rice RE, Cullen E, Zalom FG, Üökl A. 2002. Pentatomid bug pheromones in IPM: possible applications and limitations. IOBC Bulletin 25: 241-250.

Moraes MCB, Pareja M, Laumann RA, Borges M (2008) The Chemical Volatiles (Semiochemicals) Produced by Neotropical Stink Bugs (Hemiptera: Pentatomidae). Neotropical Entomology 37: 489-505.

Nakajima Y, Sakuma M, Sasaki R, Fujisaki K (2010) Adaptive Traits of *Riptortus pedestris* Nymphs (Heteroptera: Alydidae) for Locating Host Plants. Ann of the Entom Soc of Ame. 103: 439-448.

Panizzi AR (1997) Wild Hosts of Pentatomids: Ecological Significance and Role in Their Pest Status on Crops. Ann Rev Entomol 42: 99–122.

Panizzi AR, Cardoso SR, Chocorosqui VR (2002) Nymph and Adult Performance of the Small Green Stink Bug, *Piezodorus guildinii* (Westwood) on Lanceleaf Crotalaria and Soybean. Braz Arc of Biol and Techn 45: 53-58.

Panizzi AR, Duo LJS, Bortolato NM, Siqueira F (2007) Nymph developmental time and survivorship, adult longevity, reproduction and body weight of *Dichelops melacanthus* (Dallas) feeding on natural and artificial diets. Revista Brasileira de Entomologia 51: 484-488.

Panizzi AR, Grazia J (2001) Stink bugs (Heteroptera, Pentatomidae) and an unique host plant in the brazilian subtropics. Iheringia Sér Zool 90: 21-35.

Panizzi AR, Mourão APM (1999) Mating, Ovipositional Rhythm and Fecundity of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) Fed on Privet, *Ligustrum lucidum* Thunb., and on Soybean, *Glycine max* (L.) Merrill Fruits. An Soc Entomol Bras 28: 35-40.

Panizzi AR, Mourão APM, Oliveira, EDM (1998) Nymph and Adult Biology and Seasonal

Abundance of *Loxa deducta* (Walker) on Privet, *Ligustrum lucidum*. An Soc Entomol Bras 27: 199-206.

Panizzi AR, Rossi CE (1991) The role of *Acanthospermum hispidum* in the Phenology of *Euschistus heros* and of *Nezara viridula*. Entomol Exp Appl 59: 67-74.

Pendergrast JG (1957) Studies on the reproductive organs of the Heteroptera with a consideration of their bearing on classification. Transactions of the Royal Entomological Society of London 109: 1-63.

Schowalter, T. D. 2006. Insect ecology: an ecosystem approach. San Diego, California, USA: Elsevier. 471 p.

Silva RAD, Carvalho GS (2001) Aspectos biológicos de *phthia picta* (drury, 1770) (Hemiptera: Coreidae) em tomateiro sob condições controladas. Ciência Rural 31: 381-386.

Torres JB, Zanuncio JC (2001) Effects of sequential mating by males on reproductive output of the stinkbug predator, *Podisus nigrispinus*. BioControl 46: 469–480.

Wang Q, Millar JG (1997) Reproductive behavior of *Thyanta pallidovirens* (Heteroptera: Pentatomidae). Ann Entom Soc Am 90: 380-388.

Wertheim B, Van Baalen EJA, Dicke M, Vet LEM (2005) Pheromone-mediated aggregation in nonsocial arthropods: an evolutionary ecological perspective. Ann Review of Entomology 50: 321-346.

Zanuncio TV, Zanuncio JC, Vilela EF (1992) Aspectos biológicos, da fase adulta, de *Supputius cincticeps* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatornidae), predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. IPEF: 35-39.

ANEXOS

Anexo.1. Lista das pragas agrícola no Brasil com semioquímicos identificados

Espécie	Semioquímico	Referência
Ordem: Coleoptera		
Família: Anobiidae		
<i>Lasioderma serricorne</i>	Feromônio sexual ♀	(Chuman et al., 1979; Chuman et al., 1985)
<i>Stegobium paniceum</i>	Feromônio sexual ♀	(Kuwahara et al., 1978)
Família: Bruchidae		
<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Feromônio sexual ♂	(Horler, 1970)
<i>Callosobruchus maculatus</i>	Feromônio sexual ♀	(Phillips et al., 1996)
Família: Cerambycidae		
<i>Hedypathes betulinus</i>	Feromônio sexual ♀	(Fonseca et al., 2010)
<i>Migdolus fryanus</i>	Feromônio sexual ♀	(Leal et al., 1994)
<i>Phoracantha semipunctata</i>	Compostos glandulares	(Moore et al., 1972)
Família: Chrysomelidae		
<i>Diabrotica speciosa</i>	Compostos atrativos em armadilha	(Ventura et al., 2000)
Família: Curculionidae		
<i>Anthonomus grandis</i>	Feromônio sexual ♂	(Tumlinson et al., 1969)
<i>Hypothenemus hampei</i>	Compostos atrativos em armadilha	(Silva et al., 2006)
<i>Pseudopiazurus papayanus</i>	Feromônio de agregação	(Moreira et al., 2004)
<i>Rhynchophorus palmarum</i>	Feromônio de agregação	(Rochat et al., 1991)
<i>Sternechus subsignatus</i>	Feromônio de agregação	(Ambrogi et al., 2008)
Família: Dryophthoridae		
<i>Cosmopolites sordidus</i>	Feromônio de agregação	(Fletcher et al., 1997)
<i>Sitophilus granarius</i>	Feromônio de agregação	(Phillips et al., 1987)
<i>Sitophilus oryzae</i>	Feromônio de agregação	(Phillips et al., 1985)
<i>Sitophilus zeamais</i>	Feromônio de agregação	(Schmuff et al., 1984)
Família: Melolonthidae		
<i>Phyllophaga cuyabana</i>	Feromônio sexual ♀	(Zarbin et al., 2007)
Família: Melyridae		
<i>Astylus variegatus</i>	Armadilhas com voláteis florais	(Ventura et al., 2007)
Família: Scarabaeidae		
<i>Strategus aloeus</i>	Feromônio de agregação	(Rochat et al., 2000)
Família: Scolytidae		
<i>Xylosandrus morigerus</i>	Compostos atrativos	(Nakayama et al., 1986)

Família: Tenebrionidae

<i>Tribolium castaneum</i>	Feromônio de agregação	(Suzuki et al., 1979)
----------------------------	------------------------	-----------------------

Ordem: Díptera**Família: Tephritidae**

<i>Anastrepha fraterculus</i>	Feromônio sexual ♂	(Lima et al., 2001)
<i>Anastrepha obliqua</i>	Compostos atrativos em armadilha	(Cruz-López et al., 2006)
<i>Anastrepha sp.</i>	Compostos atrativos em armadilha	(Braga-Sobrinho et al., 2004)
<i>Bactrocera carambolae</i>	Feromônio sexual ♂	(Wee et al., 2005)
<i>Ceratitis capitata</i>	Feromônio sexual ♂	(Baker et al., 1985)

Ordem: Hemiptera**Família: Aphididae**

<i>Aphis gossypii</i>	Feromônio de alarme	(Bowers et al., 1972)
<i>Aphis pomi</i>	Compostos fagoestimulante	(Klingauf, 1971)
<i>Aphis spiraecola</i>	Feromônio sexual ♀	(Jeon et al., 2003)
<i>Brachycaudus schwartzi</i>	Feromônio de alarme	(Francis et al., 2005)
<i>Brevicoryne brassicae</i>	Feromônio sexual ♀	(Gabrys et al., 1997)
<i>Cavariella aegopodii</i>	Compostos atrativos	(Chapman et al., 1981)
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Feromônio sexual ♀	(Goldansaz et al., 2004)
<i>Myzus persicae</i>	Feromônio sexual ♀	(Dawson et al., 1990)
	Feromônio de alarme	(Pickett et al., 1980)
<i>Rhopalosiphum padi</i>	Feromônio sexual ♀	(Birkett et al., 2003)
	Feromônio de alarme	(Nault et al., 1974)
<i>Sitobion avenae</i>	Feromônio de alarme	(Nault e Bowers, 1974)

Família: Coreidae

<i>Leptoglossus gonagra</i>	Feromônio sexual ♂	(Aldrich et al., 1979)
<i>Phthia picta</i>	Feromônio sexual ♂	(Rodrigues et al., Dados não publicados)

Família: Diaspididae

<i>Aonidiella aurantii</i>	Feromônio sexual ♀	(Roelofs et al., 1977)
<i>Pseudaulacaspis pentagona</i>	Feromônio sexual ♀	(Heath et al., 1979)
<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>	Feromônio sexual ♀	(Gieselmann et al., 1979)

Família: Pentatomidae

<i>Dichelops melacanthus</i>	Componentes da glândula meta-torácica	(Marques et al., 2007)
<i>Euschistus heros</i>	Feromônio sexual ♂	(Aldrich et al., 1994)

	Feromônio sexual ♂	(Baker et al., 1987)
<i>Nezara viridula</i>	Feromônio de alarme	(Lockwood et al., 1987)
	Feromônio de agregação	(Aldrich et al., 1989)
<i>Piezodorus guildinii</i>	Feromônio sexual ♂	(Borges et al., 1999)
<i>Tibraca limbativentris</i>	Feromônio sexual ♂	(Borges et al., 2006)
<i>Edessa meditabunda</i>	Feromônio sexual ♂	(Rodrigues et al., Dados não publicados)
Família: Pseudococcidae		
<i>Planococcus citri</i>	Feromônio sexual ♀	(Bierl-Leonhardt et al., 1981)
<i>Pseudococcus maritimus</i>	Feromônio sexual ♀	(Figadere et al., 2007)
Ordem: Hymenoptera		
Família: Apidae		
<i>Trigona spinipes</i>	Feromônio de trilha	(Kerr et al., 1981)
Família: Formicidae		
<i>Acromyrmex landolti</i>	Compostos da glândula mandibular	(Cabrera et al., 2005)
<i>Atta capiguara</i>	Feromônio de alarme	(Hughes et al., 2001)
<i>Atta sexdens rubropilosa</i>	Feromônio de alarme	(Butenandt et al., 1959)
	Feromônio de trilha	(Cross et al., 1979)
<i>Solenopsis spp.</i>	Compostos glandulares	(Jones et al., 1996)
Ordem: Isoptera		
Família: Termitidae		
<i>Cornitermes bequaert</i>	Feromônio sexual ♀	(Bordereau et al., 2002)
<i>Syntermes molestus</i>	Compostos da glândula de secreção frontal	(Baker et al., 1981)
Ordem: Lepidoptera		
Família: Bucculatricidae		
<i>Bucculatrix thurberiella</i>	Feromônio sexual ♀	(Hall et al., 1992)
Família: Castniidae		
<i>Castnia licus</i>	Feromônio sexual ♀	(Rebouças et al., 1999)
Família: Crambidae		
<i>Diaphania hyalinata</i>	Feromônio sexual ♀	(Raina et al., 1986)
<i>Diaphania nitidalis</i>	Feromônio sexual ♀	(Klun et al., 1986)
<i>Diatraea saccharalis</i>	Feromônio sexual ♀	(Pereira et al., 2002)
<i>Neoleucinodes elegantalis</i>	Feromônio sexual ♀	(Cabrera et al., 2001)
Família: Gelechiidae		

<i>Pectinophora gossypiella</i>	Feromônio sexual ♀	(Jones et al., 1966)
<i>Phthorimaea operculella</i>	Feromônio sexual ♀	(Roelofs et al., 1975)
<i>Sitotroga cerealella</i>	Feromônio sexual ♀	(Vick et al., 1974)
<i>Tuta absoluta</i>	Feromônio sexual ♀	(Attygalle et al., 1995)
Família: Geometridae		
<i>Thyrinteina arnobia</i>	Detecção de voláteis de planta	(Batista-Pereira et al., 2006)
Família: Gracillariidae		
<i>Phyllocnistis citrella</i>	Feromônio sexual ♀	(Mafi et al., 2005)
Família: Noctuidae		
<i>Perileucoptera coffeella</i>	Feromônio sexual ♀	(Francke et al., 1988)
Família: Noctuidae		
<i>Agrotis ipsilon</i>	Feromônio sexual ♀	(Gemeno et al., 2000)
<i>Alabama argillacea</i>	Feromônio sexual ♀	(Hall et al., 1993)
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Feromônio sexual ♀	(Heath et al., 1983)
<i>Heliothis virescens</i>	Feromônio sexual ♀	(Tumlinson et al., 1975)
<i>Hypocala andremona</i>	Feromônio sexual ♀	(Renou et al., 1988)
<i>Mocis latipes</i>	Feromônio sexual ♀	(Landolt et al., 1989)
<i>Pseudoplusia includens</i>	Feromônio sexual ♀	(Berger et al., 1968)
<i>Spodoptera eridania</i>	Feromônio sexual ♀	(Jacobson et al., 1970)
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Feromônio sexual ♀	(Sekul et al., 1967)
<i>Spodoptera latifascia</i>	Feromônio sexual ♀	(Teixeira et al., 1989)
<i>Trichoplusia ni</i>	Feromônio sexual ♀	(Berger, 1966)
Família: Nymphalidae		
<i>Agraulis vanillae</i>	Alomônio	(Ross et al., 2001)
<i>Mechanitis lysimnia</i>	Feromônio ♂	(Schulz et al., 2004)
Família: Oecophoridae		
<i>Stenoma catenifer</i>	Feromônio sexual ♀	(Millar et al., 2008)
Família: Pieridae		
<i>Ascia monuste</i>	Alomônio	(Eisner et al., 1990)
Família: Psychidae		
<i>Oiketicus kirbyi</i>	Feromônio sexual ♀	(Rhains et al., 1994)
Família: Plutellidae		
<i>Plutella xylostella</i>	Feromônio sexual ♀	(Tamaki et al., 1977)
Família: Pyralidae		

<i>Corcyra cephalonica</i>	Feromônio sexual ♂	(Zagatti et al., 1987)
	Feromônio sexual ♀	(Hall et al., 1987)
<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Feromônio sexual ♀	(Lynch et al., 1984)
<i>Ephestia elutella</i>	Feromônio sexual ♀	(Brady et al., 1971)
<i>Ephestia kuehniella</i>	Feromônio sexual ♀	(Kuwahara et al., 1973)
<i>Etiella zinckenella</i>	Feromônio sexual ♀	(Tóth et al., 1989)
	Feromônio sexual ♂	(Hattori, 1987)
<i>Plodia interpunctella</i>	Feromônio sexual ♀	(Kuwahara et al., 1971)
<i>Hypsipyla grandella</i>	Feromônio sexual ♀	(Borek et al., 1991)
Família: Sphingidae		
<i>Manduca sexta</i>	Feromônio sexual ♀	(Starratt et al., 1979)
Família: Tineidae		
<i>Opogona sacchari</i>	Feromônio sexual ♀	(Rotundo et al., 1982)
Família: Tortricidae		
<i>Argyrotaenia sphaleropa</i>	Feromônio sexual ♀	(Nunez et al., 2002)
<i>Bonagota salubricola</i>	Feromônio sexual ♀	(Unelius et al., 1996)
<i>Cydia pomonella</i>	Feromônio sexual ♀	(Roelofs et al., 1971)
<i>Ecdyolopha aurantiana</i>	Feromônio sexual ♀	(Leal et al., 2001)
<i>Grapholita molesta</i>	Feromônio sexual ♀	(Roelofs et al., 1969)
Ordem: Orthoptera		
Família: Acrididae		
<i>Schistocerca gregaria</i>	Feromônio de agregação	(Braesch et al., 1988)
Ordem: Thysanoptera		
Família: Thripidae		
<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i>	Feromônio sexual ♀	(Zabaras et al., 1999)

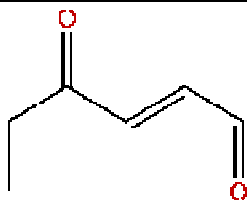



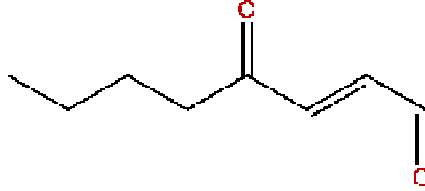



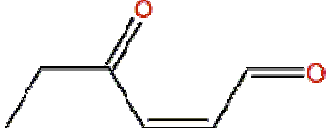
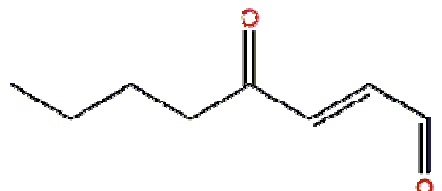
Anexo 2. Pentatomídeos com compostos de defesa identificados



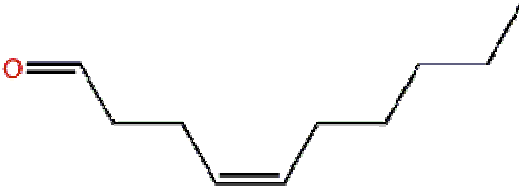
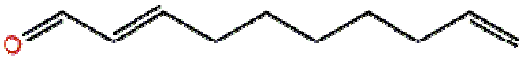
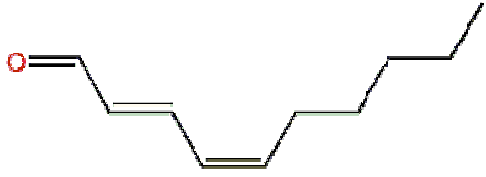
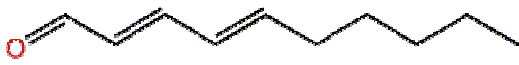

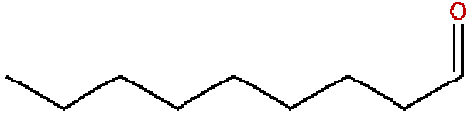
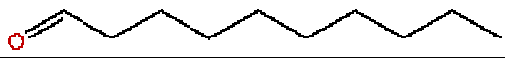

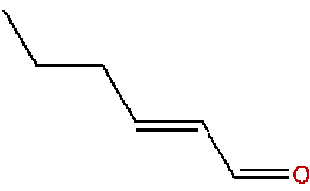

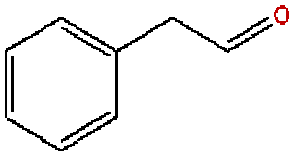
Ident.	Gênero	Espécie	Referência
1	<i>Apodiphus</i>	<i>A. amygdali</i>	(Everton et al., 1974)
2	<i>Aspongopus</i>	<i>A. sp.</i>	(Prestwich, 1976)
3	<i>Brochymena</i>	<i>B. quadripustulata</i>	(Blum, 1961)
4	<i>Caura</i>	<i>C. rufiventris</i>	(Prestwich, 1976)
5	<i>Chlorochroa</i>	<i>C. ligata</i>	(Ho et al., 2001)
6	<i>Chlorochroa</i>	<i>C. sayi</i>	(Ho e Millar, 2001)
7	<i>Chlorochroa</i>	<i>C. uhleri</i>	(Ho e Millar, 2001)
8	<i>Coridius</i>	<i>C. janus</i>	(Gunawardena et al., 1991)
9	<i>Cosmopepla</i>	<i>C. bimaculata</i>	(Krall et al., 1999)
10	<i>Cyclopelta</i>	<i>C. siccifolia</i>	(Sagar et al., 2000)
11	<i>Delegorguella</i>	<i>D. lautus</i>	(Prestwich, 1976)
12	<i>Dichelops</i>	<i>D. melacanthus</i>	(Marques et al., 2007)
13	<i>Dolycoris</i>	<i>D. baccarum</i>	(Schildknecht et al., 1964; Durak, 2008)
14	<i>Edessa</i>	<i>E. rufomarginata</i>	(Howard, 1987)
15	<i>Eocanthecona</i>	<i>E. furcellata</i>	(Ho et al., 2003)
16	<i>Erthesina</i>	<i>E. fullo</i>	(Kou et al., 1989)
17	<i>Eurogaster</i>	<i>E. sp</i>	(Schildknecht et al., 1964)
18	<i>Eurydema</i>	<i>E. oleraceum</i>	(Aldrich et al., 1995)
19	<i>Acrosternum</i> ¹	<i>A. hilare</i>	(Aldrich et al., 1995)
20	<i>Eurydema</i>	<i>E. ventrale</i>	(Aldrich et al., 1995)
21	<i>Eurydema</i>	<i>E. pulchrum</i>	(Ishiwatari, 1974)
22	<i>Eurydema</i>	<i>E. rugosa</i>	(Ishiwatari, 1974)
23	<i>Euschistus</i>	<i>E. politus</i>	(Aldrich et al., 1995)










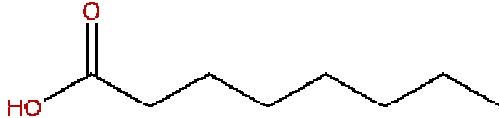
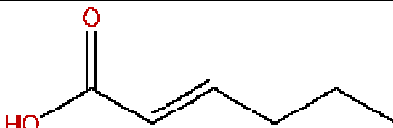
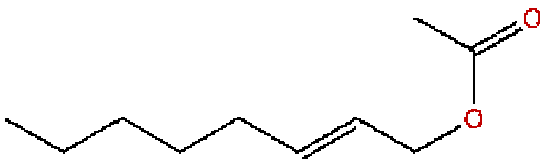
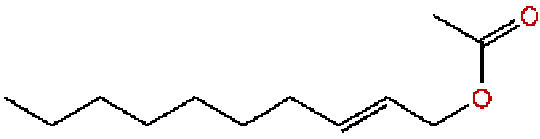
24	<i>Euschistus</i>	<i>E. servus</i>	(Aldrich et al., 1995)
25	<i>Euschistus</i>	<i>E. tristigmus</i>	(Aldrich et al., 1995)
26	<i>Graphosoma</i>	<i>G. rubrolineatum</i>	(Tsuyuki et al., 1965)
27	<i>Lincus</i>	<i>L. malevolus</i>	(Nagnan et al., 1994)
28	<i>Lincus</i>	<i>L. spurcus</i>	(Nagnan et al., 1994)
29	<i>Murgantia</i>	<i>M. histrionica</i>	(Aldrich et al., 1996)
30	<i>Nezara</i>	<i>N. antennata</i>	(Tsuyuki et al., 1965)
31	<i>Nezara</i>	<i>N. viridula</i>	(Tsuyuki et al., 1965; Lockwood e Story, 1987)
32	<i>Oebalus</i>	<i>O. pugnax</i>	(Blum et al., 1960)
33	<i>Palomena</i>	<i>P. viridissima</i>	(Schildknecht et al., 1964)
34	<i>Piezodorus</i>	<i>P. guildinii</i>	(Zarbin et al., 2000)
35	<i>Piezodorus</i>	<i>P. teretipes</i>	(Gilchrist et al., 1966)
36	<i>Poecilometis</i>	<i>P. strigatus</i>	(Waterhouse et al., 1961)
37	<i>Rhoecocoris</i>	<i>R. sulciventris</i>	(Park et al., 1961; Waterhouse et al., 1961; Macleod et al., 1975)
38	<i>Scotinophara</i>	<i>S. lurida</i>	(Tsuyuki et al., 1965)
39	<i>Veterna</i>	<i>V. patula</i>	(Prestwich, 1976)
40	<i>Vitellus</i>	<i>V. insularis</i>	(Smith, 1974)

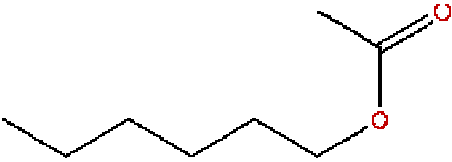
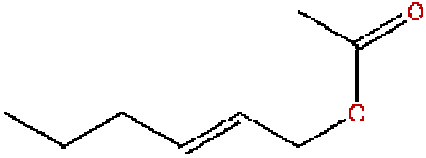
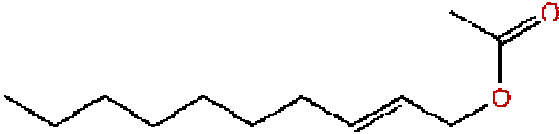
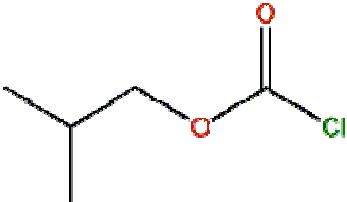
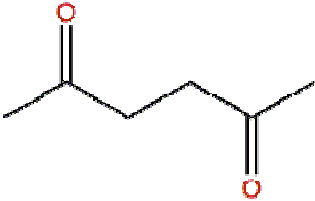
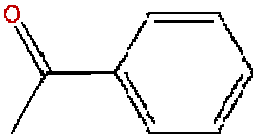
1 - Atual gênero *Chinavia*

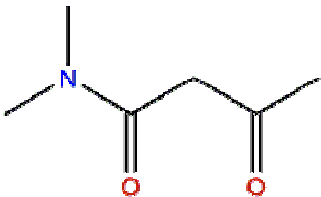
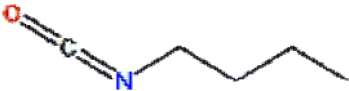
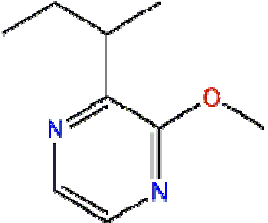
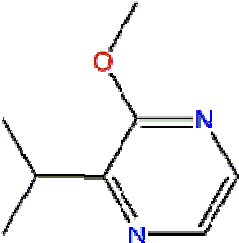


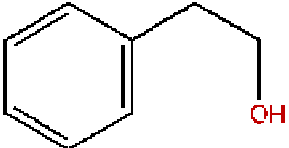
Anexo 3. Compostos de defesa produzidos por pentatomídeos

Composto	Estrutura	Espécies
Aldeídos		
(E)-4-oxo-2-hexenal		1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 16, 27, 34, 39, 40
1-decenal		1, 13, 17, 33
hexanal		1, 18, 19, 23, 24, 25
1-octenal		1, 13, 17, 33
(E)-4-oxo-2-octenal		1
(E)-2-hexenal		2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 31, 34, 35, 39
(E)-2-octenal		5, 6, 7, 12, 14, 15, 18, 20, 24, 25, 27, 28, 37
(E)-2-decenal		5, 6, 7, 9, 15, 16, 20, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 37, 38, 40
(Z)-4-oxo-2-hexenal		10
(E)-4-oxo-2-octenal		12

1-hexenal		13, 17, 33
(E)-2-nonenal		15
(Z)-4-decenal		15
(E)-2,9-decadienal		15
(E,Z)-2,4-decadienal		15
(E,E)-2,4-decadienal		15
octanal		18, 25
nonanal		18, 20, 23
decenal		25
(E)-2-heptenal		32
2-hexenal		36, 37
2-octenal		36, 37
2-fenilacetaldeído		23, 24, 25

(E)-3,7-dimetil-2,6-octadienal		24, 25
Hidrocarbonetos		
tridecano		1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 27, 28, 32, 39, 40
dodecano		1, 4, 9, 10, 11, 12, 16, 37, 39
undecano		5, 6, 7, 9, 12, 14, 16, 27, 28
tetradecano		5, 6, 7, 9, 12
pentadecano		5, 6, 7, 9, 12, 16
1-trideceno		9, 12
decano		12, 14, 27, 28
1-undeceno		27, 28
Ácidos carboxílicos		
ácido octanóico		25
ácido (E)-2-hexenóico		12, 16, 18, 19, 24, 25, 27, 28
Ésteres		
(E)-2-octenil acetato		12, 14, 27, 28, 37
(E)-2-decenil acetato		9, 16, 27, 28

hexenil acetato		9
(E)-2-hexenil acetato		31
2-decenil acetato		39
Cloroformato de isobutil		10
Cetonas		
2,5-Hexanodiona		10
1-Feniletanona		23
Aminas		

N,N-Dimetil-3-oxobutanamida		10
1-isocianatobutano		10
2-sec-butil-3-metoxipirazina		29
2-isopropil-3-metoxipirazina		29
Alcoóis		
1-hexanol		18, 23, 25
1-nonanol		20
2-Fenil-etanol		23

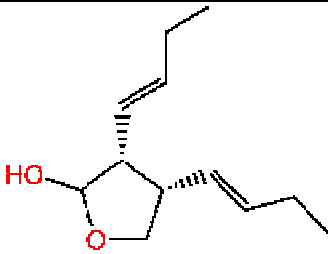
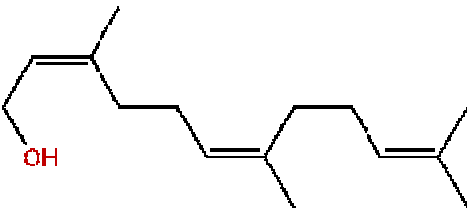
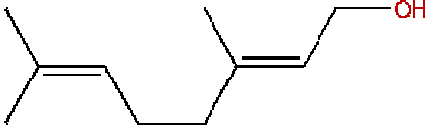
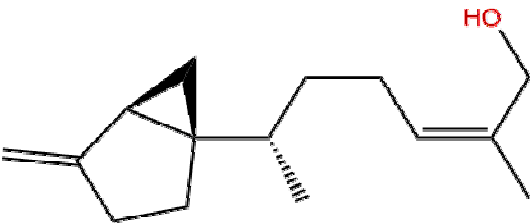
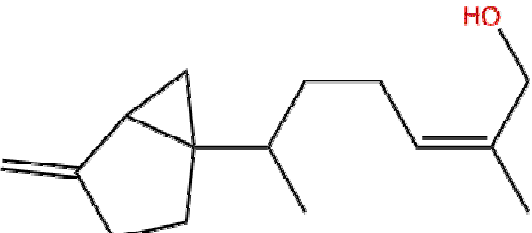
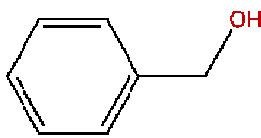
Anexo 4. Pentatomídeos com feromônios sexuais identificados

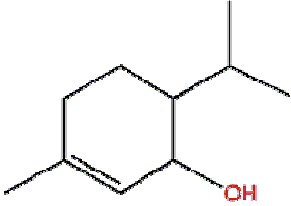
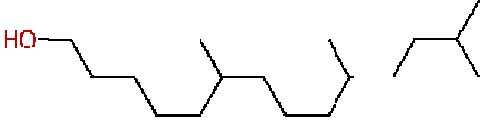
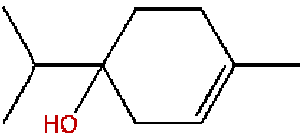
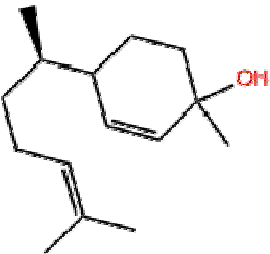
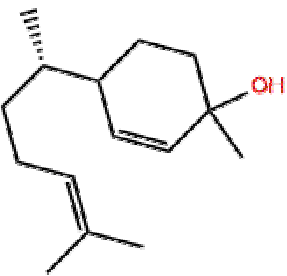
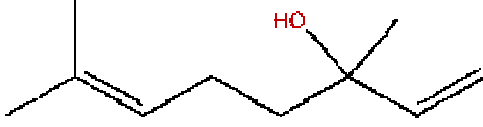
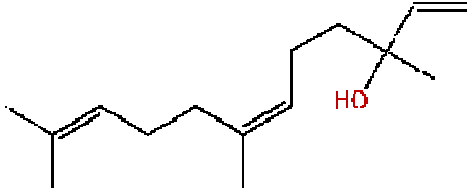
Ident.	Gênero	Espécie	Referência
1	<i>Acrosternum</i> ¹	<i>A. hilare</i>	(Aldrich et al., 1989)
2	<i>Acrosternum</i> ¹	<i>A. marginatum</i>	(Aldrich et al., 1989)
3	<i>Acrosternum</i> ¹	<i>A. pennsylvanicum</i>	(Aldrich et al., 1989)
4	<i>Bagrada</i>	<i>B. hilaris</i>	(Guarino et al., 2008)
5	<i>Biprorulus</i>	<i>B. bibax</i>	(James et al., 1994)
6	<i>Chlorochroa</i>	<i>C. ligata</i>	(Ho et al., 2001)
7	<i>Chlorochroa</i>	<i>C. sayi</i>	(Ho et al., 2001)
8	<i>Chlorochroa</i>	<i>C. uhleri</i>	(Ho e Millar, 2001)
9	<i>Eocanthecona</i>	<i>E. furcellata</i>	(Ho et al., 2003)
10	<i>Eurydema</i>	<i>E. oleraceum</i>	(Aldrich et al., 1996)
11	<i>Euschistus</i>	<i>E. conspersus</i>	(Aldrich et al., 1991; Krupke et al., 2001)
12	<i>Euschistus</i>	<i>E. heros</i>	(Borges et al., 1998)
13	<i>Euschistus</i>	<i>E. ictericus</i>	(Aldrich et al., 1991)
14	<i>Euschistus</i>	<i>E. obscurus</i>	(Aldrich et al., 1991; Aldrich et al., 1994)
15	<i>Euschistus</i>	<i>E. politus</i>	(Aldrich et al., 1991)
16	<i>Euschistus</i>	<i>E. servus</i>	(Aldrich et al., 1991)
17	<i>Euschistus</i>	<i>E. tristigmus</i>	(Aldrich et al., 1991)
18	<i>Eysarcoris</i>	<i>E. lewisi</i>	(Mori et al., 2008; Takita et al., 2008)
19	<i>Eysarcoris</i>	<i>E. parvus</i>	(Men et al., 1999)
20	<i>Murgantia</i>	<i>M. histrionica</i>	(Zahn et al., 2008)
21	<i>Nezara</i>	<i>N. viridula</i>	(Baker et al., 1987; Aldrich et al., 1989; Brezot et al., 1994)
22	<i>Oechalia</i>	<i>O. schellenbergii</i>	(Aldrich et al., 1996)


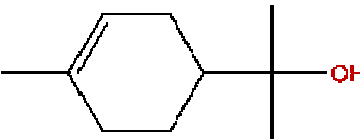
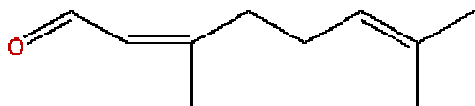
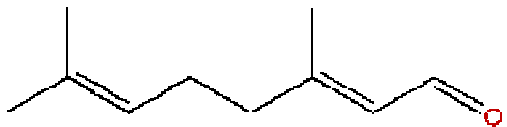
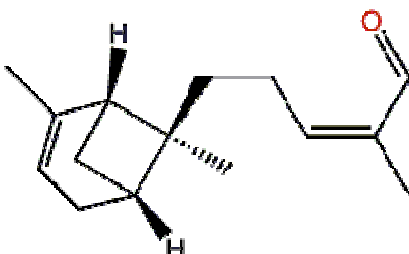


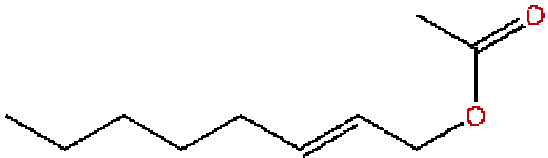
23	<i>Oplomus</i>	<i>O. severus</i>	(Aldrich et al., 1986)
24	<i>Perillus</i>	<i>P. bioculatus</i>	(Aldrich et al., 1986)
25	<i>Piezodorus</i>	<i>P. guildinii</i>	(Borges et al., 2007)
26	<i>Piezodorus</i>	<i>P. hybneri</i>	(Leal et al., 1998)
27	<i>Plautia</i>	<i>P. stali</i>	(Sugie et al., 1996)
28	<i>Podisus</i>	<i>P. fretus</i>	(Aldrich et al., 1986)
29	<i>Podisus</i>	<i>P. maculiventris</i>	(Aldrich et al., 1978)
30	<i>Stiretrus</i>	<i>S. anchorago</i>	(Aldrich et al., 1986)
31	<i>Thyanta</i>	<i>T. custator</i>	(Mcbrien et al., 2002)
32	<i>Thyanta</i>	<i>T. pallidovirens</i>	(Mcbrien et al., 2002)
33	<i>Thyanta</i>	<i>T. perditor</i>	(Moraes et al., 2005)
34	<i>Tibraca</i>	<i>T. limbiventris</i>	(Borges et al., 2006)

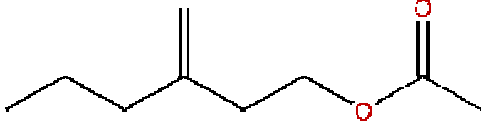
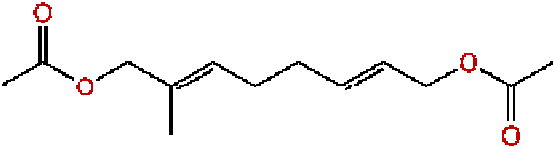
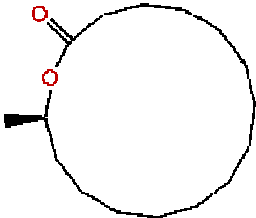
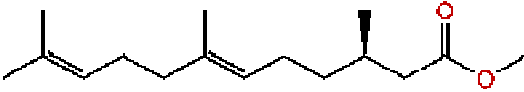
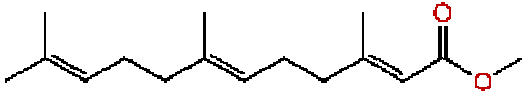
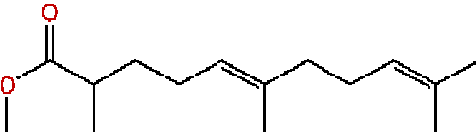
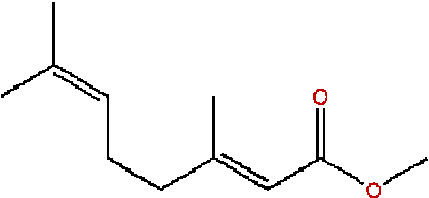
1 - Atual gênero *Chinavia*

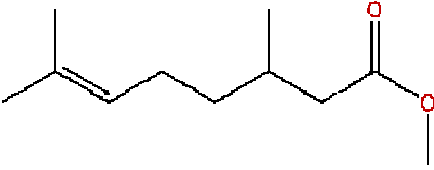


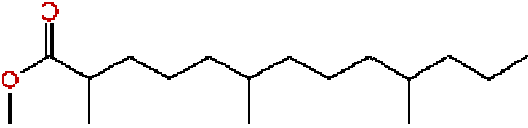
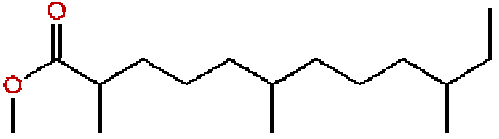
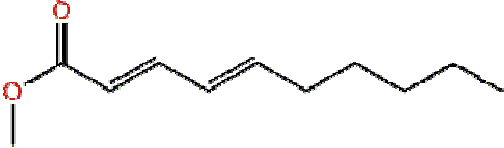
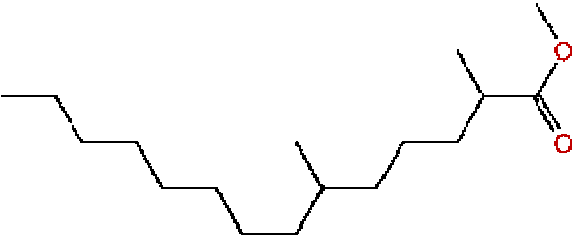
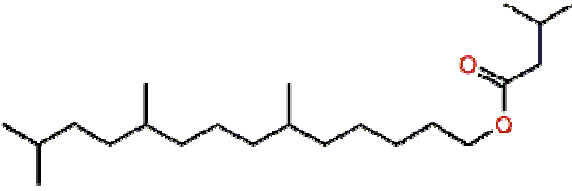
Anexo 5. Feromônios sexuais produzidos por pentatomídeos

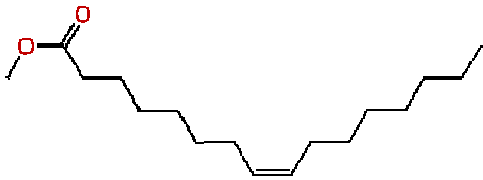
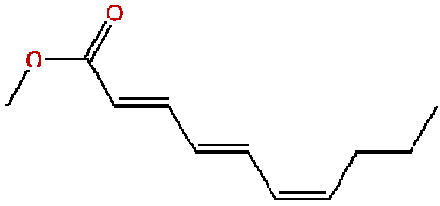
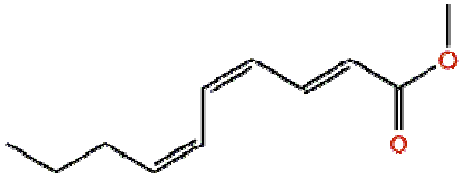
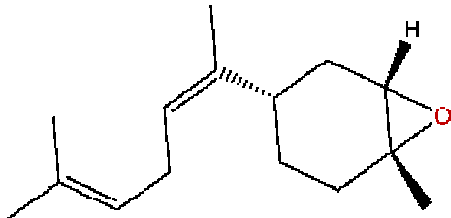
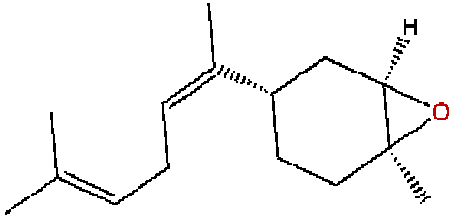
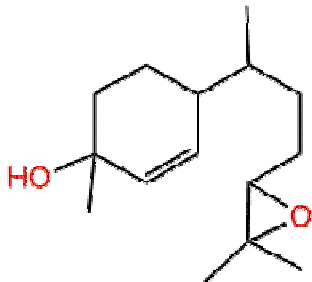
Compostos	Estrutura	Espécies
Alcoóis		
(3R,4S,1E)-3,4-bis (1-butenil)-tetrahydro-2-furanol		5
(E,Z)-3,7,11-trimetil-2,6,10-dodecatrien-1-ol		5
(E)-3,7-dimetil-2,6-octadien-1-ol		9
(2Z,6R,1S,5S)-2-metil-6-(4-metil enebiciclo [3.1.0] hexil)-hept-2-en-1-ol		18
(Z)-2-metil-6-(4-metil enebicimetil enebiciclo [3.1.0] hex-1-il)-hept-2-en-1-ol		18
Fenilmetanol		28, 29

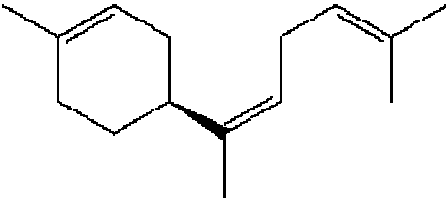
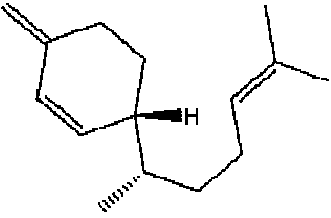
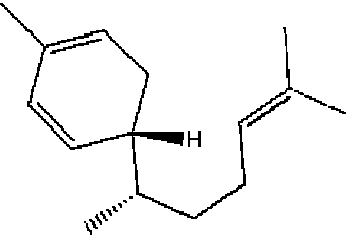
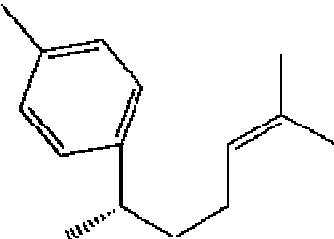
cis-6-isopropil-3-metil-2-ciclohexen-1-ol		29
6,10,13-trimetil tetradecan-1-ol		30
4-metil-1-(1-metiletil)-3-ciclohexen-1-ol		29
(1RS,4RS,1R)-4-(1,5-dimetilhex-4-enil)-1-metilciclohex-2-en-1-ol		34
(1RS,4RS,1S)-4-(1,5-dimetilhex-4-enil)-1-metilciclohex-2-en-1-ol		34
2,6-dimetil-2,7-octadien-6-ol		5, 9, 29
(Z)-3,7,11-trimetil-1,6,10-dodecatrien-3-ol		5, 28

(S)-3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol		28
2-(4-metil ciclohex-3-enil)-propan-2-ol		28, 29
Aldeídos		
(Z)-3,7-dimetil-2,6-octadienal		9
(E)-3,7-dimetil-2,6-octadienal		9
(Z)-2-metil-5-((1R,5R,6S)-2,6-dimetil biciclo [3.1.1] hept-2-en-6-il)-pent-2-enal		19
(E)-2-hexenal		28, 29
(E)-2-decenal		31
Ésteres		
(E)-2-octenil acetato		4, 5, 6, 7, 8

3-metilenehexil acetato		22
2,6-Dimetil-(E,E)-2,6-octadien-1,8-diol diacetato		22
15R-hexadecanolida		26
6E-2,3R-dihidrofarnesoato de metila		6, 8
2E 6E-farnesoato de metila		6, 8
(E) 2, 6, 10-trimetil-5,9-undecadienoato de metila		6, 8
(E) 3,7-dimetil-2,6-octadienoato de metila		7

3,7-dimetil-6-octenoato de metila		7
(E) 6,2,3-dihidrofarnesoato de metila		7
2E,4Z-decadienoato de metila		11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
2,6,10-trimetil tridecanoato de metila		12, 14, 25
2,6,10- trimetil dodecanoato de metila		12, 14, 25
2E4E-decadienoato de metila		14
2,6-dimetiltetradecanoato de metila		14
6,10,13-trimetil tetradecil 3-metilbutanoato		23, 24

8Z-hexadecenoato de metila		26
(E,E,Z)-2,4,6-decatrienoato de metila		27
(E,Z,Z)-2,4,6-decatrienoato de metila		31, 32, 33
Éteres cíclicos		
(1R,4S,6S)-1-metil-4-((Z)-6-metilhepta-2,5-dien-2-il)-7-oxabicyclo[4.1.0] heptano		1, 2, 3, 21
(1R,4S,6R)-1-metil-4-((Z)-6-metilhepta-2,5-dien-2-il)-7-oxabicyclo[4.1.0] heptano		1, 2, 3, 21
4-[3-(3,3-dimetil oxiran-2-il)-1-metil propil]-1-metil ciclohex-2-en-1-ol		20
Hidrocarbonetos		








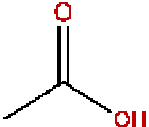



(S)-1-metil-4-((Z)-6-metilhepta-2,5-dien-2-il)-ciclohex-1-ene		1, 2, 3, 21
(R)-3-metilene-6-((S)-6-metilhept-5-en-2-il)-ciclohex-1-ene		25, 26, 31, 32
(R)-2-metil-5-((S)-6-metilhept-5-en-2-il)-ciclohexa-1,3-diene		31, 32
1-metil-4-((S)-6-metilhept-5-en-2-il)-benzene		31, 32

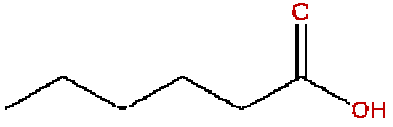
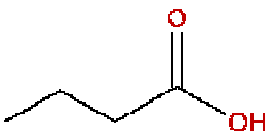
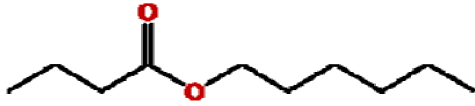
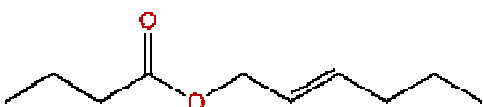
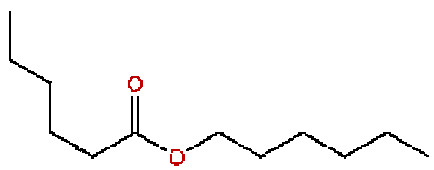
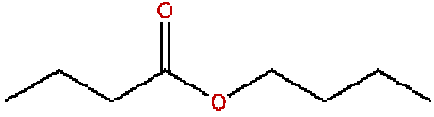
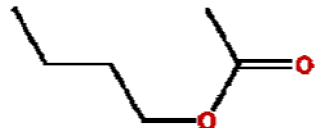
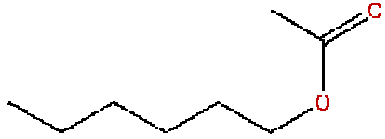
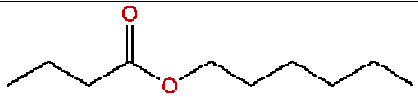
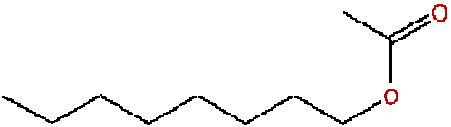
Anexo 6. Coreídeos com compostos de defesa identificados

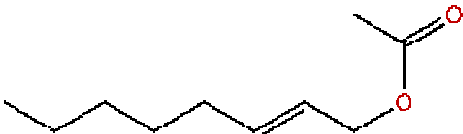
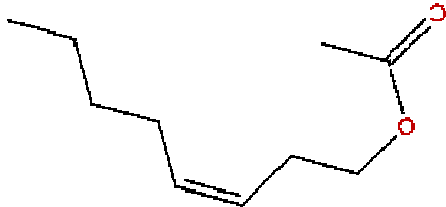
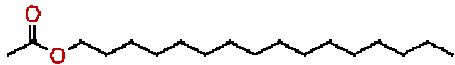
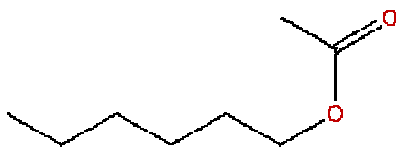
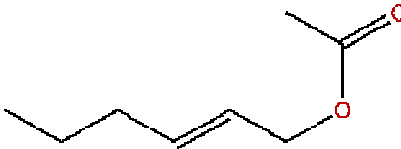
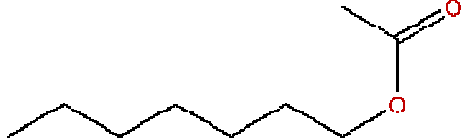
Ident.	Gênero	Espécie	Referência
1	<i>Acanthocephala</i>	<i>A. declivis</i>	(Mccullough, 1967)
2	<i>Acanthocephala</i>	<i>A. femorata</i>	(Blum et al., 1961)
3	<i>Acanthocephala</i>	<i>A. granulosa</i>	(Mccullough, 1967)
4	<i>Acanthocoris</i>	<i>A. obscuricornis</i>	(Prestwich, 1976)
5	<i>Acanthocoris</i>	<i>A. sordidus</i>	(Tsuyuki et al., 1965)
6	<i>Agriopocoris</i>	<i>A. froggatti</i>	(Waterhouse et al., 1964)
7	<i>Amblypelta</i>	<i>A. nitida</i>	(Baker et al., 1972)
8	<i>Amorbus</i>	<i>A. alternatus</i>	(Waterhouse et al., 1964)
9	<i>Amorbus</i>	<i>A. rhombifer</i>	(Waterhouse et al., 1964)
10	<i>Amorbus</i>	<i>A. rubiginosus</i>	(Waterhouse et al., 1964)
11	<i>Anoplocnemis</i>	<i>A. dallasiana</i>	(Prestwich, 1976)
12	<i>Anoplocnemis</i>	<i>A. montandorii</i>	(Prestwich, 1976)
13	<i>Archimerus</i>	<i>A. alternatus</i>	(Aldrich et al., 1975)
14	<i>Aulacosternum</i>	<i>A. nigrorubrum</i>	(Waterhouse et al., 1964)
15	<i>Chelinidea</i>	<i>C. vittiger</i>	(Mccullough, 1974)
16	<i>Elasmopoda</i>	<i>E. valga</i>	(Burger et al., 1986)
17	<i>Euthochtha</i>	<i>E. galeator</i>	(Aldrich e Yonke, 1975)
18	<i>Holopterna</i>	<i>H. allata</i>	(Prestwich, 1976)
19	<i>Hygia</i>	<i>H. opaca</i>	(Tsuyuki et al., 1965)
20	<i>Leptocorisa</i>	<i>L. apicalis</i>	(Baggini et al., 1966)
21	<i>Leptocorisa</i>	<i>L. chinensis</i>	(Leal et al., 1996)
22	<i>Leptocorisa</i>	<i>L. oratorius</i>	(Gunawardena et al., 1993)
23	<i>Leptoglossus</i>	<i>L. clypealis</i>	(Aldrich e Yonke, 1975)

24	<i>Leptoglossus</i>	<i>L. occidentalis</i>	(Blatt et al., 1998)
25	<i>Leptoglossus</i>	<i>L. oppositus</i>	(Aldrich e Yonke, 1975)
26	<i>Leptoglossus</i>	<i>L. zonatus</i>	(Leal et al., 1994)
27	<i>Merocoris</i>	<i>M. distinctus</i>	(Aldrich e Yonke, 1975)
28	<i>Mictis</i>	<i>M. caja</i>	(Waterhouse e Gilby, 1964)
29	<i>Mictis</i>	<i>M. profana</i>	(Waterhouse e Gilby, 1964)
30	<i>Mirperus</i>	<i>M. scutellaris</i>	(Aldrich et al., 1993)
31	<i>Mozena</i>	<i>M. lunata</i>	(Mccullough, 1974)
32	<i>Mozena</i>	<i>M. obtusa</i>	(Mccullough, 1973)
33	<i>Pachycolpura</i>	<i>P. manca</i>	(Waterhouse e Gilby, 1964)
34	<i>Plinachtus</i>	<i>P. bicoloripes</i>	(Tsuyuki et al., 1965)
35	<i>Pternistria</i>	<i>P. bispina</i>	(Baker et al., 1967)

Anexo 7. Compostos de defesa produzidos por coreídeos

Composto	Estrutura	Espécies
Aldeídos		
(E)-2-hexenal		1, 2, 3, 5, 13, 17, 30
Hexanal		4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35
1-octenal		20
1-decenal		20
2-octenal		22
3-octenal		22
Butanal		35
Ácido carboxílico		
ácido acético		4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 25, 28, 29, 31, 32, 33
Alcoóis		
1-hexanol		6, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 24, 26, 28, 29, 33, 35
(E)-2-1-octanol		17
1-octanol		21, 22
Ácidos carboxílicos		

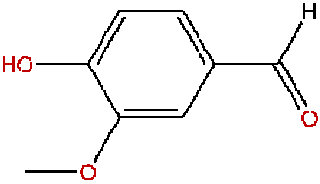
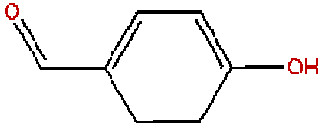

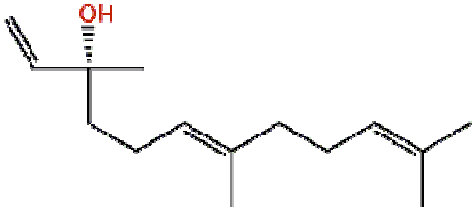
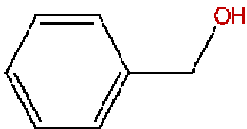
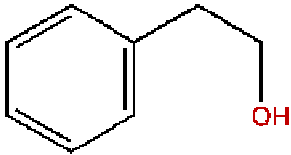

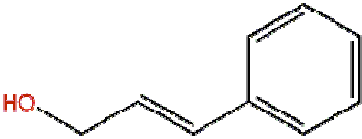
ácido hexenóico		7, 12, 16, 26, 35
ácido butírico		30, 35
Ésteres		
hexenil butirato		11, 12, 16
(E)-2-hexenil butirato		30
hexil hexanoato		16, 25, 35
butil butirato		16, 18, 28
butil acetato		16
hexil acetato		18, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 35
hexil butirato		18, 35
octenil acetato		20, 22, 24

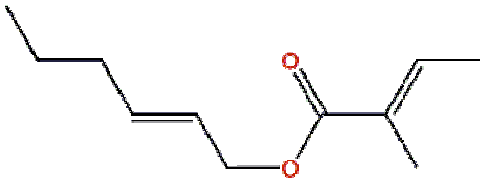
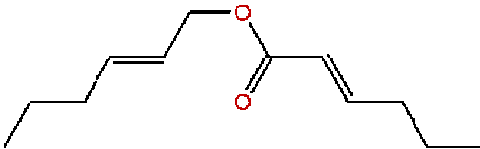
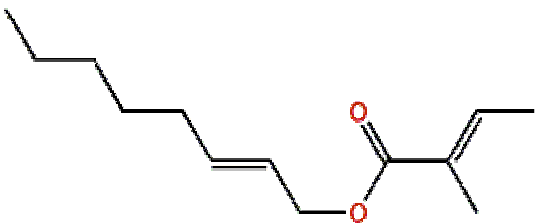
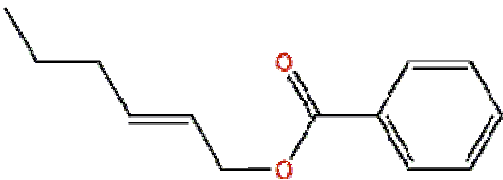
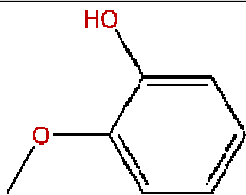
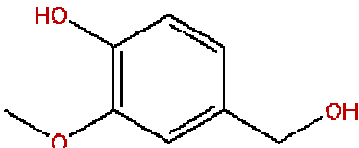
(E)-2-octenil acetato		21
(Z)-3-octenil acetato		22
hexadecil acetato		23, 25
hexenil acetato		4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 22, 24
(E)-2-hexenil acetato		13, 16, 17
heptil acetato		24

Anexo 8. Coreídeos com feromônios sexuais identificados

Ident.	Gênero	Espécie	Referência
1	<i>Amblypelta</i>	<i>A. lutescens</i>	(Aldrich et al., 1993)
2	<i>Euthochtha</i>	<i>E. galeator</i>	(Aldrich et al., 1979)
3	<i>Leptoglossus</i>	<i>L. clypealis</i>	(Aldrich et al., 1979)
4	<i>Leptoglossus</i>	<i>L. corculus</i>	(Aldrich et al., 1979)
5	<i>Leptoglossus</i>	<i>L. fulvicornis</i>	(Aldrich et al., 1979)
6	<i>Leptoglossus</i>	<i>L. gonagra</i>	(Aldrich et al., 1979)
7	<i>Leptoglossus</i>	<i>L. oppositus</i>	(Aldrich et al., 1979)
8	<i>Leptoglossus</i>	<i>L. phyllopus</i>	(Aldrich et al., 1979)
9	<i>Mirperus</i>	<i>M. scutellaris</i>	(Aldrich et al., 1993)
10	<i>Pachylis</i>	<i>P. laticornis</i>	(Aldrich et al., 1982)

Anexo 9. Feromônios sexuais produzidos por coreídeos.

Composto	Estrutura	Espécies
Aldeídos		
4-hidroxi-3-metoxibenzaldehído		4, 8
4-Hidroxibenzaldehído		4
2-octenal		9
Alcoóis		
(Uematsu, 2006)-(E)-3,7,11-Trimetil-1,6,10-dodecatrien-3-ol		1
fenilmetanol		2, 3, 4, 5, 7, 8
2-fenil-etanol		2, 6
1-octanol		4
3-fenil-2-1- propanol		4
Ésteres		

(E)-2-hexenil 2-metil-(E)-2-butenato		10
(E)-2-hexenil (E)-2-hexanoato		10
(E)-2-octenil 2-metil-(E)-2-butenato		10
(E)-2-hexenil benzoato		10
Ácidos carboxílicos		
2-metoxifenol		3, 4, 5
4-hidroxi-3-metoxibenzil alcohol		4

Anexo.10. Pragas agrícolas no Brasil com produtos feromônais comerciais

Espécie alvo	Nome comercial	Feromônio	Utilização
<i>Anthonomus grandis</i>	Bio Bicudo	sexual	monitoramento
	Iscalure Bw/10	sexual	monitoramento
<i>Ceratitis capitata</i>	Bio Trimedlure	sexual	monitoramento
	Bio Ceratitis	sexual	monitoramento
<i>Cydia pomonella</i>	Bio Cydia	sexual	monitoramento
	Iscalure Cydia	sexual	monitoramento
<i>Grapholita molesta</i>	Bio Grapholita	sexual	monitoramento
	Iscalure Grapholita	sexual	monitoramento
	Splat Cida Grafo+Bona	sexual + inseticida	controle
	Splat Grafo+Bona	sexual	confusão sexual
	Biolita	sexual	confusão sexual
<i>Neoleucinodes elegantalis</i>	Bio Neo	sexual	monitoramento
<i>Pectinophora gossypiella</i>	Pb Hope L	sexual	confusão sexual
	Bio Pectinophora	sexual	monitoramento
<i>Rhynchophorus palmarum</i>	Bio Rhynchophorus	agregação	coleta massal
	Rmd-1	agregação	coleta massal
<i>Lasioderma serricorne</i>	Monitrap	sexual	monitoramento
	Serricornin Fersol	sexual	monitoramento
	Bio Serrico	sexual	monitoramento
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Bio Spodoptera	sexual	monitoramento
<i>Tribolium castaneum</i>	Bio Tribolium	sexual	monitoramento
<i>Tuta absoluta</i>	Bio Tuta	sexual	monitoramento

	Iscalure Tuta	sexual	monitoramento
<i>Cosmopolites sordidus</i>	Cosmolure	agregação	monitoramento
<i>Gymnandrosoma aurantianum</i>	Ferocitrus Furão	sexual	monitoramento
<i>Phyllocnistis citrella</i>	Ferocitrus Minador	sexual	monitoramento
<i>Ephestia cautella</i>	Gachon	sexual	monitoramento
<i>Ephestia elutella</i>	Gachon	sexual	monitoramento
<i>Plodia interpunctella</i>	Gachon	sexual	monitoramento
<i>Bonagota salubricola</i>	Iscalure Bonagota	sexual	monitoramento
	Splat Grafo+Bona	sexual	confusão sexual
<i>Migdolus fryanus</i>	Migdo	sexual	coleta massal

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldrich, J. R., Avery, J. W., Lee, C.-J., Graf, J. C., Harrison, D. J., Bin, F. 1996. Semiochemistry of cabbage bugs (Heteroptera: Pentatomidae: Eurydema and Murgantia). J. Entomol. Sci., v.31, p.172-182.

Aldrich, J. R., Blum, M. S., Fales, H. M. 1979. Species-specific natural products of adult male leaf-footed bugs (Hemiptera: Heteroptera). J. Chem. Ecol., v.5, p.53-62.

Aldrich, J. R., Blum, M. S., Lloyd, H. A., Fales, H. M. 1978. Pentatomid natural products: chemistry and morphology of the III-IV dorsal abdominal glands of adults. J. Chem. Ecol., v.4, p.161-172.

Aldrich, J. R., Hoffmann, M. P., Kochansky, J. P., Lusby, W. R., Eger, J. E., Payne, J. A. 1991. Identification and attractiveness of a major pheromone component for nearctic *Euschistus* spp. stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). Environ. Entomol., v.20, p.477-483.

Aldrich, J. R., Kochansky, J. P., Lusby, W. R., Dutky, S. R. 1982. Volatile male-specific natural products of a coreid bug (Hemiptera: Heteroptera). J. Chem. Ecol., v.8, p.1369-1376.

Aldrich, J. R., Lusby, W. R., Kochansky, J. P. 1986. Identification of a new predaceous stink bug pheromone and its attractiveness to the eastern yellowjacket. Experientia, v.42, p.583-585.

Aldrich, J. R., Lusby, W. R., Marron, B. E., Nicolaou, K. C., Hoffmann, M. P., Wilson, L. T. 1989. Pheromone blends of green stink bugs and possible parasitoid selection. Naturwissenschaften, v.76, p.173-175.

Aldrich, J. R., Oliver, J. E., Lusby, W. R., Kochansky, J. P., Borges, M. 1994. Identification of male-specific volatiles from nearctic and neotropical stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). J. Chem. Ecol., v.20, p.1103.

Aldrich, J. R., Oliver, J. E., Waite, G. K., Moore, C., Waters, R. M. 1996. Identification of presumed pheromone blend from Australasian predaceous bug, *Oechalia schellenbergii*

(Heteroptera: Pentatomidae). J. Chem. Ecol., v.22, p.729-738.

Aldrich, J. R., Rosi, M. C., Bin, F. 1995. Behavioral correlates for minor volatile compounds from stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). J. Chem. Ecol., v.21, p.1907-1920.

Aldrich, J. R., Waite, G. K., Moore, C. J., Payne, J. A., Lusby, W. R., Kochansky, J. P. 1993. Male-specific volatiles from Nearctic and Australasian true bugs (Heteroptera: Coreidae and Alydidae). J. Chem. Ecol., v.19, p.2767-2781.

Aldrich, J. R., Yonke, T. R. 1975. Natural products of abdominal and metathoracic scent glands of coreid bugs. Ann. Entomol. Soc. Am., v.68, p.955-960.

Ambrogio, B. G., Zarbin, P. H. G. 2008. Aggregation pheromone in *Sternechus subsignatus* (Coleoptera: Curculionidae): olfactory behaviour and temporal pattern of emission. J. Appl. Entomol., v.132, p.54-58.

Attygalle, A. B., Jham, G. N., Svatos, A., Frighetto, R. T. S., Meinwald, J. 1995. Microscale, random reduction to the characterization of (3E,8Z,11Z)-3,8,11-tetradecatrienyl acetate, a new lepidopteran sex pheromone. Tetrahedron Lett., v.36, p. 5471-5474.

Baggini, A., Bernardi, R., Casnati, G., Pavan, M., Ricca, A. 1966. Recherche sulle secrezioni difensive di insetti *Emitteri eterotteri*. Eos, v.42, p.7-26.

Baker, J. T., Blake, J. D., Macleod, J. K., Ironside, D. A., Johnson, I. C. 1972. The volatile constituents of the scent gland reservoir of the fruit-spotting bug, *Amblypelta nitida*. Aust. J. Chem., v.25, p.393-400.

Baker, J. T., Kemball, P. A. 1967. Volatile constituents of the scent gland reservoir of the coreoid *Pternistria bispina* Stal. Aust. J. Chem., v.20, p.395-398.

Baker, R., Borges, M., Cooke, N. G., Herbert, R. H. 1987. Identification and synthesis of (Z)-(1'S,3'R,4'S)(-)-2-(3',4',-epoxy-4'-methylcyclohexyl)-6-methylhepta-2,5-diene, the sex pheromone of the southern green stinkbug, *Nezara viridula* (L.). J. Chem. Soc. Chem. Comm., v.6, p.414.

Baker, R., Coles, H. R., Edwards, M., Evans, D. A., Howse, P. E., Walmsley, S. 1981. Chemical composition of the frontal gland secretion of *Syntermes soldiers* (Isoptera, Termitidae). J. Chem. Ecol., v.7, p.135.

Baker, R., Herbert, R. H., Grant, G. G. 1985. Isolation and identification of the sex pheromone of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wied). J. Chem. Soc., Chem. Comm., p.824.

Batista-Pereira, L. G., Fernandes, J. B., Corrêa, A. G., Da Silva, M. F. G. F., Vieira, P. C. 2006. Electrophysiological responses of eucalyptus brown looper *Thyrintina arnobia* to essential oils of seven Eucalyptus species. J. Braz. Chem. Soc., v.17, p.555.

Berger, R. S. 1966. Isolation, identification, and synthesis of the sex attractant of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*. Ann. Entomol. Soc. Am., v.59, p.767.

Berger, R. S., Canerday, T. D. 1968. Specificity of the cabbage looper sex attractant. J. Econ. Entomol., v.61, p.452.

Bierl-Leonhardt, B. A., Moreno, D. S., Schwarz, M., Fargerlund, J., Plimmer, J. R. 1981. Isolation, identification and synthesis of the sex pheromone of the citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso). Tetrahedron Lett., v.22, p.389.

Birkett, M. A., Pickett, J. A. 2003. Aphid sex pheromones: from discovery to commercial production. Phytochem., v.62, p.651.

Blatt, S. E., Borden, J. H., Pierce, H. D. J., Gries, R., Gries, G. 1998. Alarm pheromone system of the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis*. J. Chem. Ecol., v.24, p.1013-1031.

Blum, M. S. 1961. The presence of 2-hexenal in the scent gland of the pentatomid *Brochymena quadripustulata*. Ann. Entomol. Soc. Am., v.54, p.410-412.

Blum, M. S., Graine, D., Chidester, J. B. 1961. Trans-2-hexenal in the scent gland of the hemipteran *Acanthocephala femorata*. Nature, v.189, p.245-246.

Blum, M. S., Traynham, J. G., Chidester, J. B., Boggus, J. D. 1960. n-tridecane and trans-2-heptenal in scent gland of the rice stink bug, *Oebalus pugnax* (F.). Science, v.132, p.1480-1481.

Bordereau, C., Canello, E. M., Semon, E., Courrent, A., Quennedey, B. 2002. Sex pheromone identified after solid phase microextraction from tergal glands of female alates in *Cornitermes bequaerti* (Isoptera, Nasutitermitinae). Insectes Soc., v.49, p. 209-215.

Borek, V., Kalinová, B., Valterová, I., Hochmut, R., Vrkoc, J. 1991. Sex pheromone gland volatiles from *Hypsipyla grandella females* (Lepidoptera, Pyralidae, Phycitinae). Acta. Entomol. Bohemoslov, v. 88, p.181-186.

Borges, M., Birkett, M., Aldrich, J. R., Oliver, J. E., Chiba, M., Murata, Y., Laumann, R. A., Barrigossi, J. A., Pickett, J. A., Moraes, M. C. B. 2006. Sex attractant pheromone from the rice stalk stink bug, *Tibraca limbativentris* Stål. J. Chem. Ecol., v.32, p.2749-2761.

Borges, M., Millar, J. G., Laumann, R. A., Moraes, M. C. B. 2007. A male-produced sex pheromone from the neotropical redbanded stink bug, *Piezodorus guildinii*. J. Chem. Ecol., v.33, p.1235-1248.

Borges, M., Mori, K., Costa, M. L. M., Sujii, E. R. 1998. Behavioural evidence of methyl-2,6,10-trimethyltridecanoate as a sex pheromone of *Euschistus heros* (Het., Pentatomidae). J. Appl. Entomol., v.122, p.335-338.

Borges, M., Zarbin, P. H. G., Ferreira, J. T. B., Costa, M. L. M. 1999. Pheromone sharing: blends based on the same compounds for *Euschistus heros* and *Piezodorus guildinii*. J. Chem. Ecol., v.25, p.629-634.

Bowers, W. S., Nault, L. R., Webb, R. E., Dutky, S. R. 1972. Aphid alarm pheromone: isolation, identification, synthesis. Science v.177, p.1121-1122.

Brady, U. E., Nordlund, D. A. 1971. Cis-9,trans-12 tetradecadien-1-yl acetate in the female tobacco moth *Ephestia elutella* (Hübner) and evidence for an additional component of the sex pheromone. Life Sci. , v.10 p. 797-801.

Braesch, F. S., Genin, E., Jullien, R., Knowles, E., Papin, C. 1988. Composition and role of volatile substances in atmosphere surrounding two gregarious locusts, *Locusta migratoria* and *Schistocerca gregaria*. J. Chem. Ecol., v.14, p.1023-1033.

Braga-Sobrinho, R., Mesquita, A. L. M., Enkerlin, W., Guimaraes, J. A., Bandeira, C. T., Peixoto, M. J. A. 2004. Evaluation of fruit fly attractants in the State of Ceara - Brazil. Rev. Ciencia Agron. . v.35, p.253.

Brezot, P., Malosse, C., Mori, K., Renou, M. 1994. Bisabolene epoxides in sex pheromone in *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae): role of cis isomer and relation to specificity of pheromone. J. Chem. Ecol., v.20, p.3133-3147.

Burger, B. V., Munro, Z., Roth, L. M., Geertsema, L. H., Habich, A. 1986. The chemical nature of the adult defensive secretion of the tip wilter, *Elasmopoda valga*. Insect Biochem., v.16, p.687-690.

Butenandt, V. A., Linzen, B., Lindauer, M. 1959. Über einen duftstoff aus der mandibeldrüse der Blattschneiderameise *Atta sexdens rubropilosa* Forel. Arch. Anat. Micr. Morph. Exp., v.48, p.13.

Cabrera, A., Eiras, A., Gries, G., Gries, R., Urdaneta, N., Miras, B., Badji, C., Jaffe, K. 2001. Sex pheromone of tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis*. J. Chem. Ecol., v.27, p.2097.

Cabrera, A., Leal, B., Sainz, C., Hernandez, J. V. 2005. Chemical cues for nestmate recognition in *Acromyrmex landolti*. ISCE Washington, v.10.

Chapman, R. F., Bernays, E. A., Simpson, S. J. 1981. Attraction and repulsion of the aphid, *Cavariella aegopodii*, by plant odors. J. Chem. Ecol., v.7, p.881.

Chuman, T., Kohno, M., Kato, K., Noguchi, M. 1979. 4,6-dimethyl-7-hydroxy-nonan-3-one, a sex pheromone of the cigarette beetle (*Lasioderma serricorne* F.). Tetrahedron Lett., v.25, p.2361.

Chuman, T., Mochizuki, K., Mori, M., Kohno, M., Kato, K., Noguchi, M. 1985. *Lasioderma*

chemistry. Sex pheromone of cigarette beetle (*Lasioderma serricorne* F.). J. Chem. Ecol., v.11, p.417-434.

Cross, J. H., Byler, R. C., Ravid, U., Silverstein, R. M., Robinson, S. W., Baker, P. M., Jutsum, A. R., Cherrett, J. M., De Oliveira, J. S. 1979. The major component of the trail pheromone of the leaf-cutting ant, *Atta sexdens rubropilosa* Forel: 3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine. J. Chem. Ecol., v.5, p.187.

Cruz-López, L., Malo, E. A., Toledo, J., Virgen, A., Del Mazo, A., Rojas, J. C. 2006. A new potential attractant for *Anastrepha oblique* from Spondias mombin fruits. J. Chem. Ecol., v.32, p.351.

Dawson, G. W., Griffiths, D. C., Merritt, L. A., Mudd, A., Pickett, J. A., Wadhams, L. J., Woodcock, C. M. 1990. Aphid semiochemicals - a review, and recent advances on the sex pheromone. J. Chem. Ecol., v.16, p.3019.

Durak, D. 2008. Morphology and chemical composition of metathoracic scent glands in *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae). Acta Zool., v.89, p.193-199.

Eisner, T., Eisner, M., Jaouni, T., Fales, H. M. 1990. P-methoxyphenol: chemical basis of stretch of a female butterfly. Naturwissenschaften, v.77, p.33.

Everton, I. J., Games, D. E., Staddon, B. W. 1974. Composition of scents from *Apodiphus amygdali*. Ann. Entomol. Soc. Am., v.67, p.815-816.

Figadere, B. A., Mcelfresh, J. S., Borchardt, D., Daane, K. M., Bentley, W., Millar, J. G. 2007. Trans-alpha-necrotyl isobutyrate, the sex pheromone of the grape mealybug, *Pseudococcus maritimus*. Tetrahedron Lett., v.48, p.8434.

Fletcher, M. T., Moore, C. J., Kitching, W. 1997. Absolute configuration of sordidin and 7-episordidin emitted by the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*. Tetrahedron Lett., v.38, p.3475.

Fonseca, M. G., Vidal, D. M., Zarbin, P. H. G. 2010. Male-Produced Sex Pheromone of the

Cerambycid Beetle *Hedypathes betulinus*: Chemical Identification and Biological Activity. J Chem Ecol, v.36, p.1132–1139.

Francis, F., Vandermoten, S., Verheggen, F., Lognay, G., Haubruge, E. 2005. Is the (E)-beta-farnesene only volatile terpenoid in aphids? J. Appl. Entomol., v.129, p.6.

Francke, W., Tóth, M., Szöcs, G., Krieg, W., Ernst, H., Buschmann, E. 1988. Identification and synthesis of dimethylalkanes as sex attractants of female leaf miner moths (Lyonetiidae). Z. Naturforsch. C., v.43, p.787.

Gabrys, B. J., Gadomski, H. J., Klukowski, Z., Pickett, J. A., Sobota, G. T., Wadhams, L. J., Woodcock, C. M. 1997. Sex pheromone of cabbage aphid *Brevicoryne brassicae*: identification and field trapping of male aphids and parasitoids. J. Chem. Ecol. , v.23, p.1881.

Gemeno, C., Lutfallah, A. F., K.F., H. 2000. Pheromone blend variation and cross-attraction among populations of the black cutworm moth (Lepidoptera: Noctuidae). Ann. Entomol. Soc. Am., v.93, p.1322.

Gieselmann, M. J., Rice, R. E., Jones, R. A., Roelofs, W. L. 1979. Sex pheromone of the San Jose scale. J. Chem. Ecol., v.5, p.891.

Gilchrist, T. L., Stansfield, F., Cloudsley-Thompson, J. L. 1966. The odoriferous principle of *Piezodorus teretipes* (Stal) (Hemiptera: Pentatomoidae). Proc. R. Entomol. Soc., v.41, p.55-56.

Goldansaz, S. H., Dewhirst, S., Birkett, M. A., Hooper, A. M., Smiley, D. W. M., Pickett, J. A., Wadhams, L., Mcneil, J. N. 2004. Identification of two sex pheromone components of the potato aphid, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). J. Chem. Ecol. , v.30, p.819.

Guarino, S., De Pasquale, C., Peri, E., Alonso, G., Colazza, S. 2008. Role of volatile and contact pheromones in the mating behaviour of *Bagrada hilaris* (Heteroptera: Pentatomidae). Eur. J. Entomol., v.105, p.613-617.

Gunawardena, N. E., Bandumathie, M. K. 1993. Defensive secretion of rice bug, *Leptocorisa*

oratorius Fabricius, (Hemiptera: Coreidae): a unique chemical combination and its toxic, repellent, and alarm properties. J. Chem. Ecol., v.19, p.851-861.

Gunawardena, N. E., Herath, H. M. W. K. B. 1991. Significance of medium chain n-alkanes as accompanying compounds in hemipteran defensive secretions: an investigation based on the defensive secretion of *Coridius janus*. J. Chem. Ecol., v.17, p.2449-2458.

Hall, D. R., Beever, P. S., Campion, D. G., Chamberlain, D. J., Cork, A., White, R. D., Almaraz, A., Henneberry, T. J. 1992. Nitrate esters: novel sex pheromone components of the cotton leafperforator, *Bucculatrix thurberiella* Busck. (Lepidoptera: Lyonetiidae). Tetrahedron Lett. , v.33., p.4811.

Hall, D. R., Beever, P. S., Campon, D. G., Chamberlain, D. J., Cork, A., White, R., Almaraz, A., Henneberry, T. J., Nandagopal, V., Wightman, J. A., Rao, G. V. R. 1993. Identification and synthesis of new pheromones. Bulletin OILB SROP, v.16, p.1.

Hall, D. R., Cork, A., Lester, R., Nesbitt, B. F., Zagatti, P. 1987. Sex pheromone of rice moth, *Corcyra cephalonica* Stainton. II. Identification and role of female pheromone. J. Chem. Ecol. , v.13, p.1575.

Hattori, M. 1987. Evidence of ammonia presence in the brush-organs of the limabean pod borer, *Etiella zinckenella* Treischke (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Entomol. Zool., v.22, p.399.

Heath, R. R., McLaughlin, J. R., Tumlinson, J. H., Ashley, T. R., Doolittle, R. E. 1979. Identification of the white peach scale sex pheromone. An illustration of micro techniques. J. Chem. Ecol., v.5, p.941.

Heath, R. R., Tumlinson, J. H., Leppla, N. C., McLaughlin, J. R., Dueben, B., Dundulis, E., Guy, R. H. 1983. Identification of a sex pheromone produced by female velvetbean caterpillar moth. J. Chem. Ecol., v.9, p.645.

Ho, H.-Y., Kou, R., Tseng, H. K. 2003. Semiochemicals from the predatory stink bug *Eocanthecona furcellata* (Wolff): components of metathoracic gland, dorsal abdominal gland, and

sternal gland secretions. J. Chem. Ecol., v.29, p.2101-2114.

Ho, H.-Y., Millar, J. G. 2001. Compounds in metathoracic glands of adults and dorsal abdominal glands of nymphs of the stink bugs, *Chlorochroa uhleri*, *C. sayi*, and *C. ligata* (Hemiptera: Pentatomidae). Zool. Stud., v.40, p.193-198.

Ho, H.-Y., Millar, J. G. 2001. Identification and synthesis of a male-produced sex pheromone from the stink bug *Chlorochroa sayi*. J. Chem. Ecol., v.27, p.1177-1201.

Ho, H.-Y., Millar, J. G. 2001. Identification and synthesis of male-produced sex pheromone components of the stink bugs *Chlorochroa ligata* and *Chlorochroa uhleri*. J. Chem. Ecol., v.27, p.2067-2095.

Horler, D. F. 1970. (-)-Methyl n-tetradeca-trans-2,4,5-trienoate, an allenic ester produced by the male dried bean beetle, *Acanthoscelides obtectus* (Say). J. Chem. Soc. Chem. Comm., p.859.

Howard, J. J. 1987. Biological activity of the secretion of *Edessa rufomarginata*, a Neotropical pentatomid. Rev. Biol. Trop., v.35, p.139-141.

Hughes, W. O. H., Howse, P. E., Goulson, D. 2001. Mandibular gland chemistry of grass-cutting ants: species, caste, and colony variation. J. Chem. Ecol., v.27, p.109.

Ishiwatari, T. 1974. Studies on the scent of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae). I. Alarm pheromone activity. Appl. Entomol. Zool., v.9, p.153-158.

Jacobson, M., Redfern, R. E., Jones, W. A., Aldridge, M. H. 1970. Sex pheromones of the southern armyworm moth: isolation, identification, and synthesis. Science, v.170, p.542.

James, D. G., Mori, K., Aldrich, J. R., Oliver, J. E. 1994. Flight-mediated attraction of *Biprorulus bibax* Breddin (Hemiptera: Pentatomidae) to natural and synthetic aggregation pheromone. J. Chem. Ecol. Ecol., v.20, p.71-80.

Jeon, H., Han, K. S., Boo, K. S. 2003. Sex pheromone of *Aphis spiraecola* (Homoptera:

Aphididae): composition and circadian rhythm in release. J. Asia Pacific Entomol., v.6, p.159.

Jones, T. H., Torres, J. A., Spande, T. F., Garraffo, H. M., Blum, M. S., Snelling, R. R. 1996. Chemistry of venom alkaloids in some Solenopsis (Diplorhoptrum) species from Puerto Rico. J. Chem. Ecol., v.22, p.1221.

Jones, W. A., Jacobson, M., D.F., M. 1966. Sex attractant of the pink bollworm moth: isolation, identification, and synthesis. Science, v.152, p.1516.

Kerr, W. E., Blum, M., Fales, H. M. 1981. Communication of food source between workers of Trigona (Trigona) spinipes. Rev. Bras. Biol. , v.41, p.619.

Klingauf, F. 1971. Die wirkung des glucosids phlorizin auf das wirtsverhalten von Rhopalosiphum insertum (Walk.) und Aphis pomi (De Geer) (Homoptera: Aphididae). Z. Angew. Entomol., v. 68, p.41.

Klun, J. A., Leonhardt, B. A., Schwarz, M., Day, A., Raina, A. K. 1986. Female sex pheromone of the pickleworm, Diaphania nitidalis (Lepidoptera: Pyralidae). J. Chem. Ecol., v.12, p.239.

Kou, R., Tang, D. S., Chow, Y. S. 1989. Alarm pheromone of pentatomid bug, Erthesina fullo Thunberg (Hemiptera: Pentatomidae). J. Chem. Ecol., v.15, p.2695-2702.

Krall, B. S., Bartelt, R. J., Lewis, C. J., Whitman, D. W. 1999. Chemical defense in the stink bug Cosmopepla bimaculata. J. Chem. Ecol., v.25, p.2477-2494.

Krupke, C. H., Brunner, J. F., Doerr, M. D., Kahn, A. D. 2001. Field Attraction of the Stink Bug Euschistus conspersus (Hemiptera: Pentatomidae) to Synthetic Pheromone-Baited Host Plants. J. Econ. Entomol., v.94, p.1500-1505.

Kuwahara, Y., Casida, J. E. 1973. Quantitative analysis of the sex pheromone of several phycitid moths by electron-capture gas chromatography. Agric. Biol. Chem., v.37, p.681.

Kuwahara, Y., Fukami, H., Howard, R., Ishii, S., Matsumura, F., Burkholder, W. E. 1978.

Chemical studies on the Anobiidae: sex pheromone of the drugstore beetle, *Stegobium paniceum* (L.) (Coleoptera). *Tetrahedron*, v.34, p.1769.

Kuwahara, Y., Kitamura, C., Takahashi, S., Hara, H., Ishii, S., Fukami, H. 1971. Sex pheromone of the almond moth and the Indian meal moth: cis-9,trans-12-tetradecadienyl acetate. *Science*, v.171, p.801.

Landolt, P. J., Heath, R. R. 1989. Lure composition, component ratio, and dose for trapping male *Mocis latipes* (Lepidoptera: Noctuidae) with synthetic sex pheromone. *J. Econ. Entomol.*, v.82, p.307.

Leal, W. S., Bento, J. M. S., Murata, Y., Ono, M., Parra, J. R. P., Vilela, E. F. 2001. Identification, synthesis, and field evaluation of the sex pheromone of the citrus fruit borer *Ecdytolopha aurantiana*. *J. Chem. Ecol.*, v.27, p.2041.

Leal, W. S., Bento, J. M. S., Vilela, E. F., Della Lucia, T. M. C. 1994. Female sex pheromone of the longhorn beetle *Migdolus fryanus* Westwood: N-(2'S)-methylbutanoyl 2-methylbutylamine. *Experientia*, v.50, p.853.

Leal, W. S., Kuwahara, S., Shi, X. W., Higuchi, H., Marino, C. E. B., Ono, M., Meinwald, J. 1998. Male-released sex pheromone of the stink bug *Piezodorus hybneri*. *J. Chem. Ecol.*, v.24, p.1817-1829.

Leal, W. S., Panizzi, A. R., Niva, C. C. 1994. Alarm pheromone system of leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* (Heteroptera: Coreidae). *J. Chem. Ecol.*, v.20, p.1209-1216.

Leal, W. S., Ueda, Y., Ono, M. 1996. Attractant pheromone for male rice bug, *Leptocorisa chinensis*: semiochemicals produced by both male and female. *J. Chem. Ecol.*, n.22, p.1429-1437.

Lima, I. S., Howse, P. E., Do Nascimento, R. R. 2001. Volatile substances from male *Anastrepha fraterculus* Wied. (Diptera: Tephritidae): identification and behavioural activity. *J. Braz. Chem. Soc.*, n.12, p.196.

Lockwood, J. A., Story, R. N. 1987. Defensive secretion of the southern green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) as an alarm pheromone. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, v.80, p.686.

Lynch, R. E., Klun, J. A., Leonhardt, B. A., Schwarz, M., Garner, J. W. 1984. Female sex pheromone of the lesser cornstalk borer, *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae). *Environ. Entomol.* , v.13, p.121.

Macleod, J. K., Howe, I., Cable, J., Blake, J. D., Baker, J. T., Smith, D. 1975. Volatile scent gland components of some tropical Hemiptera. *J. Insect Physiol.*, v.21, p.1219-1224.

Mafi, S. A., Vang, L. V., Nakata, Y., Ohbayashi, N., Yamamoto, M., Ando, T. 2005. Identification of the sex pheromone of the citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella* Stainton, Lepidoptera: Gracillariidae) with a trial of control by the communication disruption method. *J. Pestic. Sci.*, v.30, p.361.

Marques, F. A., Wendler, E. P., Maia, B. H. L. N., Ventura, M. U., Gatti, I. C. 2007. Identification of defensive compounds in metathoracic glands of adults of the stink bug *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae). *J. Braz. Chem. Soc.*, v.18, p.1242.

Mcbrien, H. L., Millar, J. G., Rice, R. E., Mcelfresh, J. S., Cullen, E., Zalom, F. G. 2002. Sex attractant pheromone of the red-shouldered stink bug *Thyanta pallidovirens*: a pheromone blend with multiple redundant components. *J. Chem. Ecol.*, v.28, p.1797-1818.

Mccullough, B. T. 1967. Quantitative determination of trans-2-hexenal in the defensive scent fluid of *Acanthocephala declivis* and *A. granulosa* (Hemiptera: Coreidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, v.60, p.862.

Mccullough, B. T. 1973. Chemical analysis of the defensive scent fluid from the bug *Mozena obtusa* (Hemiptera: Coreidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, v.66, p.231-232.

Mccullough, B. T. 1974. Chemical analysis of the defensive scent fluid from the cactus bug *Chelinidea vittiger*. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, v.67, p.300.

Men, H.-C., Yabu, T., Kim, J.-Y., Leal, W. S. 1999. Evidence of male-produced sex pheromone in the white spotted spined stink bug *Eysarcoris parvus* (Heteroptera: Pentatomidae). Asia-Pacific Conf. Chem. Ecol., p.57.

Millar, J. G., Hoddle, M., Mcelfresh, J. S., Zou, Y., Hoddle, C. 2008. (9Z)-9,13-tetradecadien-11-ynal, the sex pheromone of the avocado seed moth, *Stenoma catenifer*. Tetrahedron Lett., v.49, p.4820.

Moore, B. P., Brown, W. V. 1972. The chemistry of the metasternal gland secretion of the common eucalypt longicorn, *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera: Cerambycidae). Aust. J. Chem. , v.25, p.591.

Moraes, M. C. B., Millar, J. G., Laumann, R. A., Sujii, E. R., Pires, C. S. S., Borges, M. 2005. Sex attractant pheromone from the neotropical red-shouldered stink bug, *Thyanta perditor* (F.). J. Chem. Ecol., v.31, p.1415-1427.

Moreira, M. A. B., Zarbin, P. H. G., Francke, W. 2004. Chemical ecology of the papaya weevil *Pseudopiazurus papayanus* (Coleoptera: Curculionidae). ISCE Ottawa, v.82.

Mori, K., Tashiro, T., Yoshimura, T., Takita, M., Tabata, J., Hiradate, S., Sugie, H. 2008. Determination of the absolute configuration of the male aggregation pheromone, 2-methyl-6-(4'-methylenebicyclo[3.1.0]hexyl)hept-2-en-1-ol, of the stink bug *Eysarcoris lewisi* (Distant) as 2Z,6R,1'S,5'S by its synthesis. Tetrahedron Lett., v.49, p.354-357.

Nagnan, P., Cassier, P., Andre, M., Llosa, J. F., Guillaumin, D. 1994. Fine structure and physicochemical analysis of the metathoracic scent glands of *Lincus malevolus* (Rolston) and *L. spurus* (Rolston) (Heteroptera: Pentatomidae). Int. J. Insect Morphol. Embryol., v.23, p.355-370.

Nakayama, K., Terra, P. S. 1986. Attraction of *Xylosandrus morigerus* (Blandford, 1894)(Coleoptera, Scolytidae) to different substances and branches of cacao plants. Rev. Theob., v.16, p.155.

Nault, L. R., Bowers, W. S. 1974. Multiple alarm pheromones in aphids. Entomol. Exp. Appl.,

v.17, p.455.

Nunez, S., De Vlieger, J. J., Rodriguez, J. J., Persoons, C. J., Scatoni, I. 2002. Sex pheromone of South American tortricid moth *Argyrotaenia sphaleropa*. J. Chem. Ecol., v.28, p.425.

Park, R. J., Sutherland, M. D. 1961. Volatile constituents of the bronze orange bug, *Rhoecocoris sulciventris*. Aust. J. Chem., v.15, p.172-174.

Pereira, L. G. B., Santangelo, E. M., Stein, K., Unelius, C. R., Eiras, A. E., Correa, A. G. 2002. Electrophysiological studies and identification of possible sex pheromone components of Brazilian populations of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis*. Z. Naturforsch. C., v.57, p.753.

Phillips, J. K., Miller, S. P. F., Andersen, J. F., Fales, H. M., Burkholder, W. E. 1987. The chemical identification of the granary weevil aggregation pheromone. Tetrahedron Lett., v.28, p.6145.

Phillips, J. K., Walgenbach, C. A., Klein, J. A., Burkholder, W. E., Schmuff, N. R., Fales, H. M. 1985. (R*,S*)-5-hydroxy-4-methyl-3-heptanone: male-produced aggregation pheromone of *Sitophilus oryzae* (L.) and *S. zeamais* Motsch. J. Chem. Ecol., v.11, p.1263.

Phillips, T. W., Phillips, J. K., Webster, F. X., Tang, R., Burkholder, W. E. 1996. Identification of sex pheromones from cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*, and related studies with *C. analis* (Coleoptera: Bruchidae). J. Chem. Ecol., v.22, p.2233.

Pickett, J. A., Griffiths, D. C. 1980. Composition of aphid alarm pheromones. J. Chem. Ecol., v.6, p.349.

Prestwich, G. D. 1976. Composition of the scents of eight east African hemipterans. Nymph-adult chemical polymorphism in coreids. Ann. Entomol. Soc. Am., v.69, p.812-814.

Raina, A. K., Klun, J. A., Schwarz, M., Day, A., Leonhardt, B. A., Douglass, L. W. 1986. Female sex pheromone of the melonworm, *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae), and analysis of male responses to pheromone in a flight tunnel. J. Chem. Ecol., v.12, p.229.

Rebouças, L. M. C., Do Caraciolo, M. S. B., Sant'ana, A. E. G., Pickett, J. A., Wadhams, L. J., Pow, E. M. 1999. Composição química da glândula abdominal da fêmea da mariposa *Castnia licus* (Drury) (Lepidoptera: Castniidae): possíveis feromônios e precursores. *Quím. Nova* v. 22, p.645.

Renou, M., Lalanne-Cassou, B., Doré, J.-C., Milat, M.-L. 1988. Electroantennographic analysis of sex pheromone specificity in neotropical *Catocalinae* (Lepidoptera: Noctuidae): a multivariate approach. *J. Insect Physiol.*, v.34, p.481.

Rhainds, M., Gries, G., Li, J.-X., Gries, R., Slessor, K. N., Chinchilla, C. M., Oehlschlager, A. C. 1994. Chiral esters: sex pheromone of the bagworm, *Oiketicus kirbyi* (Lepidoptera: Psychidae). *J. Chem. Ecol.*, v.20, p.3083.

Rochat, D., Malosse, C., Lettère, M., Ducrot, P. H., Zagatti, P., Renou, M., Descoins, C. 1991. Male-produced aggregation pheromone of the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera, Curculionidae): collection, identification, electrophysiological activity, and laboratory bioassay. *J. Chem. Ecol.*, v.17, p.2127.

Rochat, D., Ramirez Lucas, P., Malosse, C., Aldana, R., Kakul, T., Morin, J. P. 2000. Role of solid-phase microextraction in the identification of highly volatile pheromones of two *Rhinoceros* beetles *Scapanes australis* and *Strategus aloeus* (Coleoptera, Scarabaeidae, Dynastinae). *J. Chromatogr.*, v.885, p.433.

Roelofs, W. L., Comeau, A., Hill, G. M. 1971. Sex attractant of the codling moth: characterization with electroantennogram technique. *Science*, v.174, p.297.

Roelofs, W. L., Comeau, A., Selle, R. 1969. Sex pheromone of the oriental fruit moth. *Nature*, v.224, p.723.

Roelofs, W. L., Gieselmann, M. J., Cardé, A. M., Tashiro, H., Moreno, D. S., Henrick, C. A., Anderson, R. J. 1977. Sex pheromone of the California red scale, *Aonidiella aurantii*. *Nature* v.267, p.698.

Roelofs, W. L., Kochansky, J. P., Cardé, R. T., Kennedy, G. G., Henrick, C. A., Labovitz, J. N., Corbin, V. L. 1975. Sex pheromone of the potato tuberworm moth, *Phthorimaea operculella*. *Life Sci.*, v.17, p.699.

Ross, G. N., Fales, H. M., Lloyd, H. A., Jones, T., Sokoloski, E. A., Marshall-Batty, K., Blum, M. S. 2001. Novel chemistry of abdominal defensive glands of nymphalid butterfly *Agraulis vanillae*. *J. Chem. Ecol.*, v.27, p.1219.

Rotundo, G., Tremblay, E. 1982. Preliminary observations on the sexual pheromone of *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera, Hieroxestidae). *Boll. Lab. Entomol. Agrar. F.S.*, v.39, p.123.

Sagar, C. V., Janaiah, C., Narender, E. R. 2000. Volatile constituents of metathoracic scent secretions of adult *Cyclopelta siccifolia* Westwood (Hemiptera: Pentatomidae). *Entomologia*, v.25, p.39-46.

Schildknecht, H., Holoubek, K., Weis, K. H., Kramer, H. 1964. Defensive substances of the arthropods, their isolation and identification. *Angew. Chem. Int. Ed.*, v.3, p.73-82.

Schmuff, N. R., Philips, J. K., Burkholder, W. E., Fales, H. M., Chen, C.-W., Roller, P. P., Ma, M. 1984. The chemical identification of the rice weevil and maize weevil aggregation pheromone. *Tetrahedron Lett.*, v.25, p.1533.

Schulz, S., Beccaloni, G., Brown, K. S., Boppre-Jr., M., Freitas, A. V. L., Ockenfels, P., Trigo, J. R. 2004. Semiochemicals derived from pyrrolizidine alkaloids in male ithomiine butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae: Ithomiinae). *Biochem. Syst. Ecol.*, v.32, p.699.

Sekul, A. A., Sparks, A. N. 1967. Sex pheromone of the fall armyworm moth: isolation, identification, and synthesis. *J. Econ. Entomol.*, v.60, p.1270.

Silva, F., Ventura, M. U., Morales, L. 2006. Capture of *Hypothenemus hampei ferrari* (Coleoptera, Scolytidae) in response to trap characteristics. *Sci. Agric.*, v.63, p.567.

Smith, R. M. 1974. The defensive secretion of *Vitellus insularis* (Heteroptera: Pentatomidae). *N.Z.*

J. Zool., v.1, p.375-376.

Starratt, A. N., Dahm, K. H., Allen, N., Hildebrand, J. G., Payne, T. L., Röller, H. 1979. Bombykal, a sex pheromone of the sphinx moth *Manduca sexta*. Z. Naturforsch. C., v.34, p.9.

Sugie, H., Yoshida, M., Kawasaki, K., Noguchi, H., Moriya, S., Takagi, K., Fukuda, H., Fujiie, A., Yamanaka, M., Ohira, Y., Tsutsumi, T., Tsuda, K., Fukumoto, K., Yamashita, M., Suzuki, H. 1996. Identification of the aggregation pheromone of the brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott (Heteroptera: Pentatomidae). Appl. Entomol. Zool., v.31, p.427-431.

Suzuki, T., Sugawara, R. 1979. Isolation of an aggregation pheromone from the red flour beetles, *Tribolium castaneum* and *T. confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Appl. Entomol. Zool., v.14, p.228.

Takita, M., Sugie, H., Tabata, J., Ishii, S., Hiradate, S. 2008. Isolation and estimation of the aggregation pheromone from *Eysarcoris lewisi* (Distant) (Heteroptera: Pentatomidae). Appl. Entomol. Zool., v.43, p.11-17.

Tamaki, Y., Kawasaki, K., Yamada, H., Koshihara, T., Osaki, N., Ando, T., Yoshida, S., Kakinohana, H. 1977. Z)-11-hexadecenal and (Z)-11-hexadecenyl acetates: sex-pheromone components of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Appl. Entomol. Zool., v.12, p.208.

Teixeira, A. L., De Oliveira, J. S., Vilela, E. F., Lima, E. R., Reis, H. O. 1989. Sex pheromone components of *Spodoptera latifascia* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). Rev. Ceres., v.36, p.373.

Tóth, M., Löfstedt, C., Hansson, B. S., Szöcs, G., Farag, A. I. 1989. Identification of four components from the female sex pheromone of the lima-bean pod borer, *Etiella zinckenella*. Entomol. Exp. Appl., v.51, p.107.

Tsuyuki, T., Ogata, Y., Yamamoto, I., Shinmi, K. 1965. Stink bug aldehydes. Agric. Biol. Chem., v.29, p.419-427.

Tumlinson, J. H., Hardee, D. D., Gueldner, R. C., Thompson, A. C., Hedin, P. A., Minyard, J. P. 1969. Sex pheromones produced by male boll weevil: isolation, identification, and synthesis. *Science*, v.166, p.1010.

Tumlinson, J. H., Hendricks, D. E., Mitchell, E. R., Doolittle, R. E., Brennan, M. M. 1975. Isolation, identification, and synthesis of the sex pheromone of the tobacco budworm. *J. Chem. Ecol.*, v.1, p.203.

Uematsu, H. 2006. Reproductive rate and predatory ability of the pentatomid bug, *Andrallus spinidens* (Fabr.) (Heteroptera : Pentatomidae). *Jap. J. of Applied Ent. and Zoo.*, v.50, n.2, p.145-150.

Unelius, C. R., Eiras, A., Witzgall, P., Bengtsson, M., Kovaleski, A., Vilela, E. F., Borg-Karlson, A.-K. 1996. Identification and synthesis of the sex pheromone of *Phtheochroa cranaodes* (Lepidoptera: Tortricidae). *Tetrahedron Lett.*, v.37, p.1505.

Ventura, M. U., Martins, M. C., Pasini, A. 2000. Responses of *Diabrotica speciosa* and *Cerotoma arcuata tingomariana* (Coleoptera: Chrysomelidae) to volatile attractants. *Fla. Entomol.*, v.83, p.403.

Ventura, M. U., Pereira, T., Nunes, D. H., De Arruda, I. C. 2007. Attraction of *Astylus variegatus* (germ.) (Coleoptera : Melyridae) by volatile floral attractants. *Sci. Agric.*, v.64, p.305.

Vick, K. W., Su, H. C. F., Sower, L. L., Mahany, P. G., Drummond, P. C. 1974. (Z,E)-7,11-hexadecadien-1-ol acetate: the sex pheromone of the angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella*. *Experientia*, v.30, p.17.

Waterhouse, D. F., Forss, D. A., Hackman, R. H. 1961. Characteristic odour components of the scent of stink bugs. *J. Insect Physiol.*, v.6, p.113-121.

Waterhouse, D. F., Gilby, A. R. 1964. The adult scent glands and scent of nine bugs of the superfamily Coreoidea. *J. Insect Physiol.*, v.10, p.977-987.

Wee, S. L., Tan, K. H. 2005. Female sexual response to male rectal volatile constituents in the fruit fly, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). *Appl. Entomol. Zool.*, v.40, p.365.

Zabaras, D., Wylie, S. G., Spooner Hart, R. N., Tronson, D. 1999. Semiochemicals of rose aphid, black citrus aphid (Hemiptera: Aphididae) and greenhouse thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Aust. Zool.*, v.31, p.403.

Zagatti, P., Kunesch, G., Ramiandrasoa, F., Malosse, C., Hall, D. R., Lester, R., Nesbitt, B. F. 1987. Sex pheromones of rice moth, *Corcyra cephalonica* Stainton. I. Identification of male pheromone. *J. Chem. Ecol.*, v.13, p.1561.

Zahn, D. K., Moreira, J. A., Millar, J. G. 2008. Identification, synthesis, and bioassay of a male-specific aggregation pheromone from the harlequin bug, *Murgantia histrionica*. *J. Chem. Ecol.*, v.34, p.238-251.

Zarbin, P. H. G., Borges, M., Dos Santosa, A. A., De Oliveiraa, A. R. M., Simonellia, F., De Marques, F. A. 2000. Alarm pheromone system of stink bug *Piezodorus guildinii* (Heteroptera: Pentatomidae). *J. Braz. Chem. Soc.*, v.11, p.424-428.

Zarbin, P. H. G., Leal, W. S., Avila, C. J., Oliveira, L. J. 2007. Identification of the sex pheromone of *Phyllophaga cuyabana* (Coleoptera: Melolonthidae). *Tetrahedron Lett.*, v.48, p.1991.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.